



MONOGRAFIA DE INVESTIGAÇÃO

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**Avaliação da espessura de protetores bucais
confeccionados em diferentes máquinas de
termoformação**

Fábio Daniel Correia Rodrigues

Orientador

Professor Doutor Mário Ramalho de Vasconcelos

Coorientador

Mestre Miguel Pais Clemente

Porto 2018

ESTUDANTE

Nome completo: Fábio Daniel Correia Rodrigues

N.º do estudante: 201104965

Contacto telefónico: 914420167

Email: mimd11104@fmd.up.pt

ORIENTADOR

Nome completo: Mário Ramalho de Vasconcelos

Grau académico: Professor Doutor Mário Ramalho de Vasconcelos

Título profissional: Professor Associado com Agregação da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

CO-ORIENTADOR

Nome completo: Miguel Pais Clemente

Grau académico: Mestre Miguel Pais Clemente

Título profissional: Estudante de Doutoramento da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

TEMA DO TRABALHO

Título: “Avaliação da espessura de protetores bucais confeccionados em diferentes máquinas de termoformação”

Agradecimentos

Um especial agradecimento aos meus pais por estarem sempre do meu lado a apoiarem-me incondicionalmente, principalmente à minha mãe, que tanto se sacrificou para que a minha formação em Medicina Dentária fosse possível. Sem dúvidas é a ela que devo muito do meu sucesso. Obrigado por tudo!

Ao Professor Doutor Mário Vasconcelos, orientador da dissertação, agradeço toda a paciência e compreensão, assim como o apoio e partilha do seu conhecimento de excelência para a realização desta monografia. Obrigado pelo voto de confiança!

Ao Mestre Miguel Pais Clemente, coorientador da dissertação, obrigado por toda a sua orientação, conhecimento, motivação e incentivo, imprescindível para o sucesso desta dissertação, principalmente nos momentos mais difíceis. Obrigado pela disponibilidade, desde o início até ao fim. Agradeço todas as chamadas, por ouvir os meus desabafos, por toda a sua paciência e amizade. Obrigado por tudo.

Ao Doutor Daniel Ferreira, demonstro a minha gratidão pelos excelentes protetores bucais XIMPACT, imprescindíveis para o sucesso da minha dissertação. Agradeço também toda a paciência, tempo e trabalho de excelência, assim como conhecimento que me deu sobre termoformação que me possibilitou realizar os materiais e métodos como era objetivo.

Ao Paulo Tentúgal, agradeço a atenção, tempo, disponibilidade e paciência, assim como todo o conhecimento sobre termoformação que partilhou comigo.

Ao Christian Schaffert agradeço o seu profissionalismo exemplar e conhecimento de excelência sobre a termoformação.

Ao meu colega André Moreira, por toda a sua contribuição para a minha dissertação, assim como conhecimento partilhado, disponibilidade e pela amizade.

E finalmente, aos meus amigos que diretamente ou indiretamente sempre estiveram do meu lado e me motivaram incondicionalmente a dar sempre o meu melhor. Assim como agradecer toda a paciência e motivação dos meus colegas de casa dos diferentes cantos do mundo que tanto me ouviram a dizer “vou trabalhar na tese”. A todos vós um enorme obrigado!

***“Você não é derrotado quando perde,
você é derrotado quando desiste”***

Bob Marley

Lista de abreviatura e siglas

EVA - etileno-vinil-acetato

PB – protetor bucal

Resumo

Introdução: Os protetores bucais são usados na prevenção de traumatismos orofaciais, absorvendo e transferindo as forças às estruturas envolventes reduzindo assim a ocorrência e severidade de fraturas dentárias, lesões dos tecidos moles e fraturas ósseas. Confeccionado com recurso a um processo de termoformação. Usado para a prática desportiva, é fabricado com uma espessura predeterminada de material, podendo variar normalmente entre 3 e 6 mm. No entanto durante a sua confeção, quando o material de formação desce sobre o modelo, ocorre diminuição da sua espessura. As máquinas de termoformação podem ser por pressão ou a vácuo, diferindo entre si em vários aspetos técnicos.

Objetivo: O objetivo deste estudo é avaliar a espessura final dos protetores bucais, de um mesmo modelo, utilizando diferentes máquinas de termoformação, ajudando a esclarecer se a diminuição de espessura final está associada à máquina de termoformação.

Materiais e métodos: Os materiais usados nesta monografia foram a máquina de termoformação a vácuo Pro-form da Keystone Industries®, a máquina de termoformação por pressão Ministar S da Scheu® e a máquina de termoformação a vácuo Erkoform3d-motion da Erkodent®. Foram ainda utilizadas placas termomoldáveis com várias espessuras, todas da Erkodent®, nomeadamente as placas Erkoflex 2 mm com e sem folha de isolamento, Erkoflex 4 mm com e sem folha de isolamento, Erkodur-S 0,8 mm e Playsafe Triple 5,5 mm. Análise estatística realizada no software Excel 365.

Resultados: A espessura diminuiu em média $\approx 37\%$ para a máquina Pro-form, $\approx 49\%$ para a Ministar S, e, $\approx 46\%$ para a Erkoform3d-motion.

Conclusão: A máquina termo-formadora utilizada tem influência na espessura. A máquina Pro-form confeccionou protetores bucais mais espessos. A máquina termo-formadora por pressão parece indicar uma maior uniformidade da espessura do protetor bucal.

Abstract

Introduction: Mouthguards are used to prevent orofacial trauma by absorbing and transferring forces to surrounding structures, thus reducing the occurrence and severity of dental fractures, soft tissue injuries and bone fractures. The mouthguard is made using a thermoforming process. Used for sports, is manufactured with a predetermined thickness of material, and can normally vary between 3 and 6 mm. However during its confection, when the forming material descends on the model, its thickness decreases. The thermoforming machines may use pressure or vacuum techniques, differing from one another in various technical aspects.

Objective: The objective of this study is to evaluate the final thickness of the mouthguards of the same model using different thermoforming machines, helping to clarify if the decrease in thickness is associated with the thermoforming machine.

Materials and methods: Materials used in this study were Pro-form vacuum thermoforming machine from Keystone Industries®, pressure thermoforming machine Ministar S from Scheu® and vacuum thermoforming machine Erkoform3d-motion from Erkodent®. Erkodent® plates in various thicknesses were also used, Erkoflex 2mm plates with and without insulation sheet, Erkoflex 4mm with and without insulation sheet, Erkodur-S 0.8mm and Playsafe Triple 5.5mm. Statistical analysis realized in the software Excel 365.

Results: Thickness decreased in average $\approx 37\%$ for the Pro-form machine, $\approx 49\%$ for Ministar S, and $\approx 46\%$ for Erkoform3d-motion.

Conclusion: The thermoforming machine used has an influence on the thickness. The Pro-form machine has made thicker mouthguards. The pressure thermoforming machine seems to indicate a greater uniformity of the thickness of the buccal protector.

Índice

AGRADECIMENTOS	III
LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS.....	V
RESUMO	VI
ABSTRACT	VII
INTRODUÇÃO	1
MATERIAIS E MÉTODOS	4
MATERIAL	5
MÉTODOS	8
<i>Confeção dos modelos</i>	<i>8</i>
<i>Preparação dos modelos.....</i>	<i>13</i>
<i>Confeção dos protetores bucais.....</i>	<i>15</i>
<i>Medições e tratamento de dados.....</i>	<i>80</i>
RESULTADOS.....	88
<i>Espessura por pontos de interesse.....</i>	<i>92</i>
<i>Espessura por protetor bucal e máquina de termoformação</i>	<i>98</i>
DISCUSSÃO	110
CONCLUSÃO.....	114
REFERÊNCIAS	116
ANEXOS	119

Índice de figuras

Figura 1: Modelo superior A-3 com dentes A-3 Z da Frasaco®	8
Figura 2: Modelo inferior A-3 com dentes A-3 Z da Frasaco®	9
Figura 3: Materiais usados para a impressão dos modelos: modelos A-3 Frasaco® superior e inferior, moldeira superior e inferior, espátula, tigela, alginato Orthoprint da Zhermak® e respetivos medidores.	9
Figura 4: Impressão do modelo superior A-3 da Frasaco com alginato orthoprint da Zhermak®	10
Figura 5: Impressão do modelo inferior A-3 da Frasaco com alginato orthoprint da Zhermak®	10
Figura 6 – Impressão do modelo superior A-3 da Frasaco com alginato Orthoprint da Zhermak®	11
Figura 7 – Impressão do modelo inferior A-3 da Frasaco com alginato Orthoprint da Zhermak®	11
Figura 8 – Impressões do modelo superior A-3 da Frasaco em alginato Orthoprint da Zhermak®	12
Figura 9: Modelagem das impressões dos modelos a gesso pedra, tipo III.	12
Figura 10: Registo de mordida na posição de intercuspidação máxima com Occlufast Rock da Zhermak®.	13
Figura 11: Preparação do modelo com cera para eliminar zonas retentivas.	14
Figura 12: Para o efeito pode ainda ser desenhada a área do protetor bucal no modelo de estudo.	14
Figura 13: Máquina Pro-form da Keystoneindustries®	16
Figura 14: Máquina Pro-form preparada para termoformação do protetor bucal classe III com uma camada: lâmina Erkoflex 4mm no recetor e modelo na plataforma de vácuo.	17
Figura 15: Máquina Pro-form preparada para termoformação do protetor bucal classe IV com duas camadas – lâmina Erkoflex 2mm no recetor e modelo com a primeira camada já termoformada na plataforma de vácuo.	19
Figura 16: Máquina Ministar S da Scheu®	20
Figura 17: Tempo de aquecimento para a lâmina Erkoflex de 4mm na Ministar S.	21
Figura 18: Modelo na plataforma de pressão com lâmina Erkoflex de 4mm termoformada.	21
Figura 19: Tempo de aquecimento para a lâmina Erkoflex de 4mm na Ministar S.	23
Figura 20: Protetor bucal 4mm + 2mm realizado na Ministar S.	23
Figura 21: Colocação do modelo no pote do modelo com granulado. Deixar o vestíbulo sobre o granulado de forma a que este seja termoformado.	27
Figura 22: Colocação da lâmina Erkoflex 2mm no respetivo recetor da máquina Erkoform3d-motion.	27
Figura 23: Seleção na máquina do programa correspondente à lâmina Erkoflex 2mm com folha de isolamento, após colocação do modelo inferior no Occluform-3 e o anel de segurança no recetor da lâmina.	28
Figura 24: Lâmina Erkoflex 2mm com folha de isolamento em aquecimento.	28
Figura 25: Quando a lâmina se encontra na temperatura predefinida esta baixa automaticamente sobre o modelo e o vácuo é ativado.	29
Figura 26: Modelo e placa termoformada retirados do recipiente do modelo.	29

Figura 27: Placa termoformada no modelo após remoção dos excessos com tesoura especial, preparada para receber a segunda lâmina – vista superior.	30
Figura 28: Placa termoformada no modelo após remoção dos excessos, preparada para receber a segunda lâmina – vista antero-latero-superior.	30
Figura 29: Modelo superior no recipiente de formação devidamente alinhado – área vestibular visível.	31
Figura 30: Lâmina Erkoflex 4mm.	31
Figura 31: Lâmina Erkoflex 4mm em período de aquecimento.	32
Figura 32: Período de arrefecimento com os modelos em oclusão predefinida.	32
Figura 33: Modelo inferior sobre o modelo superior para registo de mordida. Pin de suporte em contacto.	33
Figura 34: Aspeto após remoção da placa do recipiente do modelo.	33
Figura 35: Protetor bucal Playsafe Medium – vista externa. Indentações visíveis.	34
Figura 36: Protetor bucal Playsafe Medium – vista interna.	34
Figura 37: Fixação do modelo superior no recipiente do modelo.	37
Figura 38: Modelo no recipiente de modelo com o granulado ajustado de forma a selecionar a área do modelo a termoformar. Reparar que toda a área vestibular deve ficar visível.	37
Figura 39: Modelo no recipiente de modelo com o granulado ajustado de forma a selecionar a área do modelo a termoformar. Cobrir parte do palato com granulado, deixar margem visível para boa adaptação e maior distribuição das forças. Os excessos são passíveis de serem eliminados posteriormente.	38
Figura 40: Colocação do modelo inferior no mandril do Occluform-3 e respetiva fixação.	38
Figura 41: Modelos em intercuspidação máxima e o pin de suporte a 0 na linha mais espessa.	39
Figura 42: Ajuste do pin para 4mm para abertura da mordida.	39
Figura 43: Lâmina Playsafe Triple 5.5mm de cor azul.	40
Figura 44: Colocação do anel de segurança no recetor da lâmina.	40
Figura 45: Seleção do programa na máquina Erkoform 3d motion.	41
Figura 46: Colocação de borracha no modelo inferior para o registo de mordida não ficar tão vincado.	41
Figura 47: Início da termoformação no modelo superior.	42
Figura 48: Placa termoformada em arrefecimento.	42
Figura 49: Máquina dá instrução e baixa-se o modelo inferior sobre o modelo superior.	43
Figura 50: Modelo inferior sobre modelo superior até o pin obter contacto, com a placa de termoformação em arrefecimento.	43
Figura 51: Retirou-se o modelo com a placa termoformada do pote de modelo.	44
Figura 52: Cortes em estrela com broca em peça de mão de forma a ser possível retirar a placa termoformada do modelo,	44
Figura 53: Retira-se o modelo com ajuda de um alicate.	45
Figura 54: Retiram-se os excessos com broca em peça de mão.	45
Figura 55: Retiram-se os excessos na zona do palato.	46

Figura 56: Protetor bucal Playsafe Triple – vista externa. São visíveis as indentações registadas no protetor bucal pela arca oponente.	46
Figura 57: Protetor bucal Playsafe Triple – vista interna.	47
Figura 58: Modelos superior e inferior e lâminas 2 mm Erkoflex + 0.8 mm Erkodur-S + 4 mm Erkoflex.	51
Figura 59: Adaptação do granulado sob o modelo de forma a que toda a área vestibular fique visível.	51
Figura 60: Lâmina Erkoflex 2mm com folha de isolamento no respetivo recetor com o anel de segurança já apertado.	52
Figura 61: Lâmina Erkoflex 2mm, com folha de isolamento, abaixada sobre o modelo após aquecimento, com o sistema de vácuo em funcionamento.	52
Figura 62: Placa Erkoflex 2 mm termoformada a ser retirada do modelo. Deve-se ter cuidado na remoção da mesma para não se danificar o modelo.	53
Figura 63: Recorta-se a placa com a forma aproximada do pretendido para o protetor bucal.	53
Figura 64: Volta-se a colocar a placa termoformada no modelo e verifica-se se as dimensões estão adequadas.	54
Figura 65: Coloca-se o modelo com a placa no recipiente do modelo sobre o granulado.	54
Figura 66: Agente desengordurante da Erkodent®.	55
Figura 67: Desengorduramento da placa com o agente desengordurante da Erkodent®.	55
Figura 68: Desengorduramento com o agente desengordurante da Erkodent®, da face da lâmina Erkodur-S que ficará em contacto com a placa.	56
Figura 69: Escolha do programa Erkodur-S na máquina Erkoform3d-motion.	56
Figura 70: Desaperta-se o anel de segurança e retira-se o modelo e a placa termoformada do recipiente do modelo.	57
Figura 71: Ajusta-se o granulado de forma a que a termoformação abranja apenas a face vestibular dos dentes e dois mm de margem para além desta, quer para incisal/oclusal quer para apical. Esta configuração dará origem a que esta camada se encontre praticamente apenas na face vestibular dos dentes, sendo por isso chamada de buccal shield (escudo bucal).	57
Figura 72: Corte grosseiro com tesoura especial dos excessos da placa.	58
Figura 73: Com a Lisko-S é realizado um polimento para eliminar todos os excessos e rebarbas de material da placa.	58
Figura 74: Placa composta (duas camadas) polida e preparada para receber a terceira lâmina.	59
Figura 75: Volta-se a fixar o modelo no recipiente de modelo com chave fornecida pelo fabricante. Deixar a área vestibular acima do nível do recipiente para com o granulado, toda esta área fique visível e seja termoformada.	59
Figura 76: Colocação do granulado no recipiente do modelo.	60
Figura 77: Ajuste do granulado de forma a que o modelo fique com granulado sob si, e a zona vestibular livre para ser termoformada.	60
Figura 78: Colocação do recipiente do modelo no recipiente de formação. Vestíbulo todo sobre o granulado.	61

Figura 79: Colocação do modelo inferior no mandril do Occluform-3.	61
Figura 80: Colocação do pin de suporte a 0 para se colocar os modelos em posição de intercuspidação máxima.	62
Figura 81: Colocação e fixação dos modelos em intercuspidação máxima com o pin a 0.	62
Figura 82: Elevação da mordida 4mm e fixação dessa posição no pin do Occluform-3.	63
Figura 83: Colocação da placa composta no modelo superior.	63
Figura 84: Desengorduramento da placa composta com o agente desengordurante da Erkodent®.	64
Figura 85: Desengorduramento com o agente desengordurante da Erkodent® da face da lâmina Erkoflex 4 mm que ficará em contacto com a placa a termoformar.	64
Figura 86: Seleção do programa na máquina relativo à lâmina selecionada, Erkoflex 4mm após colocação e aperto do anel de segurança.	65
Figura 87: Modelo inferior com espaçador de mordida. Colocação de folha de isolamento para evitar que o granulado seja termoformado e de difícil remoção da futura placa.	65
Figura 88: Registo de mordida pelo abaixamento da coluna de articulação do Occluform-3 com o modelo inferior sobre a lâmina aquecida até à posição predefinida (até o pin de suporte ficar em contacto).	66
Figura 89: Colocação de uma pequena etiqueta de identificação com ajuda de uma pinça para não haver gordura no processo.	66
Figura 90: Lâmina Erkoflex 4mm em arrefecimento com o modelo inferior em intercuspidação na posição predefinida (6 minutos).	67
Figura 91: Momento após final do período de arrefecimento da terceira camada do Playsafe Heavy-Pro, já com o modelo oponente levantado. Verifica-se as indentações no protetor bucal. A - Se não se usar o espaçador de mordida as indentações ainda evidenciam mais a anatomia dentária como se pode verificar na imagem do protetor bucal vermelho no canto inferior direito da figura. Nesse caso deverá ser utilizado um isolante no modelo inferior.	67
Figura 92: Retira-se o modelo com a placa e o molde de cobertura do granulado do recipiente do modelo.	68
Figura 93: Modelo de estudo com placa termoformada – aspeto no final da termoformação da terceira camada do Playsafe Heavy-Pro.	68
Figura 94: Corte grosseiro de excessos com tesoura especial.	69
Figura 95: Aspeto do protetor bucal após corte com a tesoura especial. A - Deve se colocar o protetor bucal no modelo para se avaliar e adaptar esse à área a ser protegida.	69
Figura 96: Adaptação na zona do freio labial com a broca diamantada crónica em peça-de-mão.	70
Figura 97: Polimento com a Lisko-S e pequenos ajustes do rebordo do protetor bucal, inclusivamente da zona dos freios.	70
Figura 98: Protetor bucal Playsafe Heavy-Pro após polimento com Lisko-S e Liskoid.	71
Figura 99: Protetor bucal Playsafe Heavy-Pro após polimento com Lisko-S e Liskoid. Etiqueta identificativa visível na zona palatina do protetor bucal.	71

Figura 100: Protetor bucal Playsafe Heavy-Pro após polimento com Lisko-S e Liskoid.	72
Figura 101: Queimador de ar quente da Erkodent® para acabamento e brilho do protetor bucal.	72
Figura 102: Acabamento e brilho do protetor bucal com o queimador de ar quente.	73
Figura 103: Aspeto final do protetor bucal Playsafe Heavy-Pro após acabamentos e brilho com o queimador de ar quente.	73
Figura 104: Etiqueta de customização. Podem ser adicionadas etiquetas personalizadas como esta aos protetores bucais.	74
Figura 105: Aquecimento da área a receber a etiqueta de customização como queimador de ar quente.	74
Figura 106: Colocação da etiqueta com ajuda de folhas FG. Fazem-se pressões curtas na etiqueta contra a zona aquecida.	75
Figura 107: Aquecimento da etiqueta de customização para acabamento e brilho com o queimador de ar quente.....	75
Figura 108: Etiqueta de customização colocada.	76
Figura 109: Remoção da folha de isolamento do protetor bucal. A -folha de isolamento num protetor bucal de cor.....	76
Figura 110: Aspeto final do protetor bucal Playsafe Heavy-Pro.....	77
Figura 111: Aspeto final do protetor bucal Playsafe Heavy-Pro.....	77
Figura 112: Aspeto final do protetor bucal Playsafe Heavy-Pro.....	78
Figura 113: Aspeto final do protetor bucal Playsafe Heavy-Pro.....	78
Figura 114: Aspeto final do protetor bucal Playsafe Heavy-Pro.....	79
Figura 115: Protetores bucais em estudo e picómetro para medição das espessuras.	80
Figura 116: Operador a fazer a medição da espessura da zona vestibular anterior com picómetro.....	81
Figura 117: Medição da espessura da zona vestibular anterior com picómetro.	82
Figura 118: Medição da espessura da zona vestibular posterior com picómetro.....	83
Figura 119: Medição a espessura com picómetro da zona vestibular posterior.....	84
Figura 120: Medição da espessura da zona palatina posterior com picómetro.....	84
Figura 121: Corte com tesoura da zona vestibular anterior para ser possível a medição com picómetro da zona incisal.....	85
Figura 122: Medição da espessura da zona incisal anterior com picómetro incapaz.	85
Figura 123: Medição da zona incisal anterior com picómetro.	86
Figura 124:Corte com tesoura da zona vestibular posterior para ser possível a medição com picómetro da zona oclusal.....	86
Figura 125: Medição da zona oclusal posterior com picómetro.	87
Figura 126: Corte com broca cónica em peça-de-mão da zona vestibular anterior para ser possível a medição com picómetro da zona incisal.....	87

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Espessura em pontos específicos dos protetores bucais realizados com diferentes máquinas de termoformação.	91
Gráfico 2 - Espessura dos diferentes protetores bucais na zona incisal do dente 11.	92
Gráfico 3 - Espessura dos diferentes protetores bucais na zona oclusal da cúspide mesio-vestibular do dente 16.	93
Gráfico 4 - Espessura dos diferentes protetores bucais na zona vestibular anterior do dente 11.	94
Gráfico 5 - Espessura dos diferentes protetores bucais na zona vestibular posterior do dente 16.	95
Gráfico 6 - Espessura dos diferentes protetores bucais na zona palatina anterior.	96
Gráfico 7 - Espessura dos diferentes protetores bucais na zona palatina posterior.	97
Gráfico 8 - Gráfico de colunas empilhadas da espessura em pontos específicos dos protetores bucais realizados com diferentes máquinas de termoformação.	98
Gráfico 9 - Distribuição volumétrica obtida na máquina Pro-form para a placa termomoldável de 4mm 99	
Gráfico 10 - Distribuição volumétrica obtida na máquina Pro-form para a placa termomoldável de 4+2mm.	100
Gráfico 11 - Distribuição volumétrica obtida nos protetores bucais confeccionados na máquina de termoformação a vácuo Pro-form.	100
Gráfico 12 – Gráfico de colunas empilhadas da espessura nos diferentes pontos dos protetores termoformados na máquina de termoformação a vácuo Pro-form.	101
Gráfico 13 - Distribuição volumétrica obtida na máquina Ministar S para a placa termomoldável de 4mm	102
Gráfico 14 - Distribuição volumétrica obtida na máquina Ministar S para a placa termomoldável de 4+2mm.	103
Gráfico 15 - Distribuição volumétrica obtida nos protetores bucais confeccionados na máquina de termoformação por pressão Ministar S.	103
Gráfico 16 - Gráfico de colunas empilhadas da espessura nos diferentes pontos dos protetores termoformados na máquina de termoformação por pressão Ministar S.	104
Gráfico 17 - Distribuição volumétrica obtida na máquina Erkoform3d-motion para a placa termomoldável de 4mm	105
Gráfico 18 - Distribuição volumétrica obtida na máquina Erkoform3d-motion para a placa termomoldável de 4mm+2mm	105
Gráfico 19 - Distribuição volumétrica obtida na máquina Erkoform3d-motion para a placa termomoldável de 4mm+2mm colorida	106
Gráfico 20 - Distribuição volumétrica obtida na máquina Erkoform3d-motion para a placa termomoldável Playsafe Heavy-Pro de 6,8mm	107
Gráfico 21 - Distribuição volumétrica obtida na máquina Erkoform3d-motion para a placa termomoldável Playsafe Triple de 5,5mm	107

Gráfico 22 - Distribuição volumétrica obtida nos protetores bucais confeccionados na máquina de termoformação a vácuo Erkoform3d-motion.....	108
Gráfico 23 - Gráfico de colunas empilhadas da espessura nos diferentes pontos dos protetores termoformados na máquina de termoformação a vácuo Erkoform3d-motion.	109

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Tabela estatística da espessura dos protetores bucais confeccionados nas diferentes máquinas de termoformação, incluindo valor inicial, valor medido nos pontos incisal, oclusal posterior, vestibular posterior, palatino anterior, palatino posterior, média, máximo, mínimo, diferença média e % diferença média.....	89
---	----

Palavras-chave

“Protetores bucais”, “Máquinas de termoformação” e “Termoformação a vácuo”, “Termoformação por pressão”.

Introdução

Os protetores bucais são usados na prevenção de traumatismos orofaciais, através da interposição de um dispositivo inter-oclusal entre o maxilar superior e maxilar inferior, absorvendo e transferindo as forças às estruturas envolvidas reduzindo assim a ocorrência e severidade de fraturas dentárias, lesões dos tecidos moles e fraturas ósseas. Os protetores bucais têm contribuído significativamente para a prevenção dessas lesões durante a prática de desportos de contacto. (1)(2)(3)

De todos os tipos de protetor bucais, *standard*, *boil and bite* e individualizados, os individualizados têm sido propostos como os que apresentam um ajuste superior (4). Um protetor bucal quando usado para a prática desportiva, é fabricado com uma espessura predeterminada de material, podendo variar normalmente entre 3 e 6 mm (1). No entanto durante a sua confeção, quando o material de formação desce sobre o modelo, ocorre diminuição da sua espessura (5)(6)(7).

O material de um protetor bucal deve ser durável e deve ser capaz de absorver e dispersar a energia do impacto para evitar concentrar a força no local do impacto (8)(9). O etileno-vinil-acetato (EVA) tem sido referido como o material mais utilizado na confeção dos protetores bucais (10)(11)(12). O protetor bucal é confeccionado com recurso a um processo de termoformação, onde o material do protetor bucal é aquecido entre 80 e 120 ° C (13). Isso leva o EVA à uma temperatura de transição vítrea de 84 ± 3 ° C (4), permitindo que o material ceda em 15-25 mm (2)(5). Depois desta fase, a placa termoformada é direcionada para baixo (no caso de formação a vácuo) ou forçada para baixo (no caso da técnica de formação por pressão) sobre o modelo dentário. No entanto, segundo Del Rossi e Leyte-Vidal, durante o processo de termoformação, há uma diminuição da espessura inerente do material no aquecimento e durante a formação do protetor bucal (7).

Existem muitos fatores na produção dos protetores bucais que poderiam influenciar o grau de diminuição de espessura, por exemplo, altura e orientação do modelo, duração do aquecimento, grau de cedência material anterior à formação, nível de experiência do operador, tamanho do modelo, profundidade palatina, posição do modelo na plataforma e temperatura do modelo (8, 2).

Vários estudos têm apontado um local comum de diminuição da espessura na região anterior de protetores bucais individualizados de uma camada (14)(5)(6)(7).

Segundo Farrington, et al., os atuais métodos de produção mostraram que 52% dos protetores bucais produzidos apresentaram um desgaste de material superior a 1,62 mm no ponto da região anterior, e um desgaste total de 59,5% para uma única lâmina de proteção bucal de 4 mm, no ponto escolhido no sulco anterior, independentemente do nível de experiência dos participantes ou tipo / idade da máquina termo-formadora (1).

A angulação ótima do modelo dentário, na seção anterior, parece ser 45°, aumentando a espessura do protetor bucal final em 75% na região do sulco anterior. Apesar de haver pequenas reduções nos outros locais medidos, esses podem facilmente ser aumentado usando uma placa de maior espessura (15).

O desempenho do protetor bucal (ou seja, absorção de energia) foi associado à espessura final de pós-produção (16)(14). Portanto, quanto maior a espessura final do protetor bucal, maior a capacidade de dissipar qualquer potencial força de impacto que possa encontrar.

Como já referido, as máquinas de termoformação podem ser a vácuo ou por pressão, e existem várias opções no mercado, sendo normalmente as por pressão mais caras. Mas este não é o único fator a ter em conta, uma vez que estas podem se diferenciar em vários aspetos, desde serem completamente manuais, a automáticas, terem sensores de temperatura ou não, podem ter cronómetros para aquecimento e/ou arrefecimento ou não, o mecanismo de aquecimento pode diferenciar entre elas, assim como podem existir diferenças no próprio mecanismo de vácuo e de pressão.

Posto isto, este estudo é relevante para esclarecer se a variação de espessura no processo de termoformação pode também estar relacionada às máquinas de termoformação uma vez que estas apresentam características técnicas diferentes.

O objetivo deste estudo é avaliar a espessura final dos protetores bucais, de um mesmo modelo, utilizando diferentes máquinas de termoformação, ajudando a esclarecer se a diminuição de espessura está associada à máquina de termoformação permitindo desta forma ao profissional de saúde oral ter um conhecimento concreto sobre as alterações da espessura do material associada ao processo de termoformação, podendo assim confeccionar o protetor individualizado ideal para cada atleta tendo em atenção a máquina de termoformação por si utilizada.

Materiais e Métodos

Material

Os materiais usados nesta monografia três máquinas de termoformação completamente diferentes: Pro-form da Keystone Industries[®], Ministar S da Scheu[®] e Erkoform3d-motion da Erkodent[®].

A primeira é a Pro-form da Keystone Industries[®], formadora a vácuo de apenas uma câmara. É uma proposta económica que pode fabricar a maioria dos aparelhos termoformáveis de forma exemplar. A sua construção é totalmente em alumínio e o seu sistema de aquecimento foi projetado para ser simétrico e proporcionar um aquecimento uniforme. É manual e usa lâminas quadradas. Não possui qualquer sistema de controlo da temperatura ou do tempo de aquecimento/arrefecimento, apenas dois botões, um para ligar/desligar o aquecimento e outro para ligar/desligar a bomba de vácuo (17).

A segunda é a Ministar S, da Scheu[®]. É uma máquina de termoformação por pressão compacta, equipada com tecnologia de *scanner*, que lê o material codificado, permitindo a programação de todos os parâmetros importantes, como o tempo de aquecimento, temperatura e tempo de arrefecimento. Permite moldagens precisas por pressão, de forma rápida, devido a um aquecedor patenteado. Trabalha com pressão de 0,5 a 4,0 bar que é possível ajustar. Tem um pequeno display onde todos os parâmetros operacionais são monitorizados (18).

















A terceira, é a Erkoform3d-motion da Erkodent[®]. É uma unidade de formação a vácuo em que o processo de termoformação é automatizado. O operador simplesmente tem de colocar o modelo e a lâmina na máquina, escolher no painel *touch* a lâmina colocada e a máquina faz o resto: tempo de aquecimento, termoformação e tempo de arrefecimento. Apresenta pressão máxima de vácuo 0.8 bar e tem um sensor de temperatura à distância patenteado muito preciso, independentemente do ambiente. O aquecimento é por infravermelhos, ondas médias, o que permite um aquecimento uniforme e amigável do material, mesmo em profundidade (19).









O seu painel *touch* tem todos os materiais termoformáveis da Erkodent[®], orientados por um pequeno guia com animações através das várias etapas de trabalho. Também apresenta sinais acústicos e óticos. A temperatura de aquecimento e o tempo de arrefecimento podem ser alteradas para casos especiais sem influenciar o programa básico predefinido. O ecrã informa constantemente do status do processo e do tempo de espera. As lâminas mais usadas podem ser gravadas como favoritas, podem ser programadas

novas lâminas que também podem ser guardadas como favoritas, tal como configurações de fábrica de lâminas alteradas podem ser gravadas como favoritas. Em casos especiais o aquecimento e a bomba de vácuo podem ser ligados e desligados separadamente. Possui ainda um sistema de segurança, em que após dez segundos não se iniciar a próxima etapa de trabalho a máquina desliga-se automaticamente (19).

Nesta máquina também é possível adicionar um oclisor, o Occluform-3, que permite imprimir a mordida oponente. Este é facilmente instalado nas máquinas Erkoform série 3, a sua construção é metálica e a mordida oponente tem fixação hidráulica. A impressão da mordida oponente é feita diretamente na unidade Erkoform durante o processo de termomoldagem. A construção do dispositivo Occluform-3 é baseada no triângulo Bonwill com um comprimento de 11,5 cm e um ângulo de Balkwill de 20° (19).

Para além destas máquinas foram ainda utilizadas placas termomoldáveis com várias espessuras, todas da Erkodent®, nomeadamente as placas Erkoflex 2mm com e sem folha de isolamento, Erkoflex 4mm com e sem folha de isolamento, Erkodur-S 0,8mm e Playsafe Triple 5,5mm.

-  Agente desgordurante Erkodent®;
-  Alginato Orthoprint da Zhermak®;
-  Alicates invertidos Erkodent®;
-  Cera de bloqueio Erkodent®;
-  Cronómetro;
-  Espátula;
-  Folhas FG da Erkodent®;
-  Gesso pedra tipo III;
-  Lâmina Erkodur-S;
-  Lâmina Playsafe Triple;
-  Lâminas Erkoflex;
-  Máquina de termoformação Erkoform-3d *motion* Erkodent® e seus acessórios;
-  Máquina de termoformação Ministar S, da Scheu®;
-  Máquina de termoformação Pro-form, da Keystone Industries®;
-  Modelo A-3 Frasaco® (maxilar superior e inferior) com dentes standard A-3 Z Frasaco®;
-  Moldeiras de impressão metálicas;

-
-  Occlufast Rock da Zhermak®;
 -  Occluform-3 da Erkodent® e seus acessórios;
 -  Peça de mão;
 -  Picómetro;
 -  Queimador de ar quente Erkodent®;
 -  Quick 2 set de acabamento Erkodent® (broca de fissura, broca de tungstênio cônica, Lisko-S, Liskoid);
 -  Tesoura especial Erkodent®;
 -  Tigela.

Por uma questão meramente descritiva, na parte dos métodos, os protocolos descritos na confecção dos protetores bucais, irão ser iniciados pela máquina Pro-form, Ministar S e por último a máquina Erkoform3d-motion. Neste último caso os passos serão descritos com maior pormenor perante especificidade que a técnica assim exige.

As fotografias seguintes que dizem respeito aos diferentes passos de confecção dos protetores bucais, não têm, durante a realização do mesmo, o técnico com luvas, uma vez que, este trabalho não incidiu sobre um atleta propriamente dito, mas sim, sobre uns modelos de estudo realizados a partir de um Frasaco, devidamente identificado.

Métodos

Confeção dos modelos

A confeção dos modelos foi realizada através de impressões dos modelos A-3, com dentes A-3 Z, da Frasaco® (figura 1 e 2). Foi realizada a impressão do modelo superior e inferior com alginato Orthoprint da Zhermak® (figura 3). O alginato foi espatulado seguindo as quantidades e recomendações do fabricante. De seguida colocou-se o alginato numa moldeira e pressionou-se o modelo contra esta até se obter presa (figura 4 e 5). Estas impressões (figura 6 e 7) foram vazadas a gesso pedra, tipo III (figura 9). Realizou-se também o registo de mordida com Occlufast® (figura 10).

Para efeitos meramente descritivos e/ou exemplificativos, foram também utilizadas fotografias da confeção de outros protetores bucais a partir de modelos em gesso Paris, tipo II, de forma a complementar e valorizar este estudo.

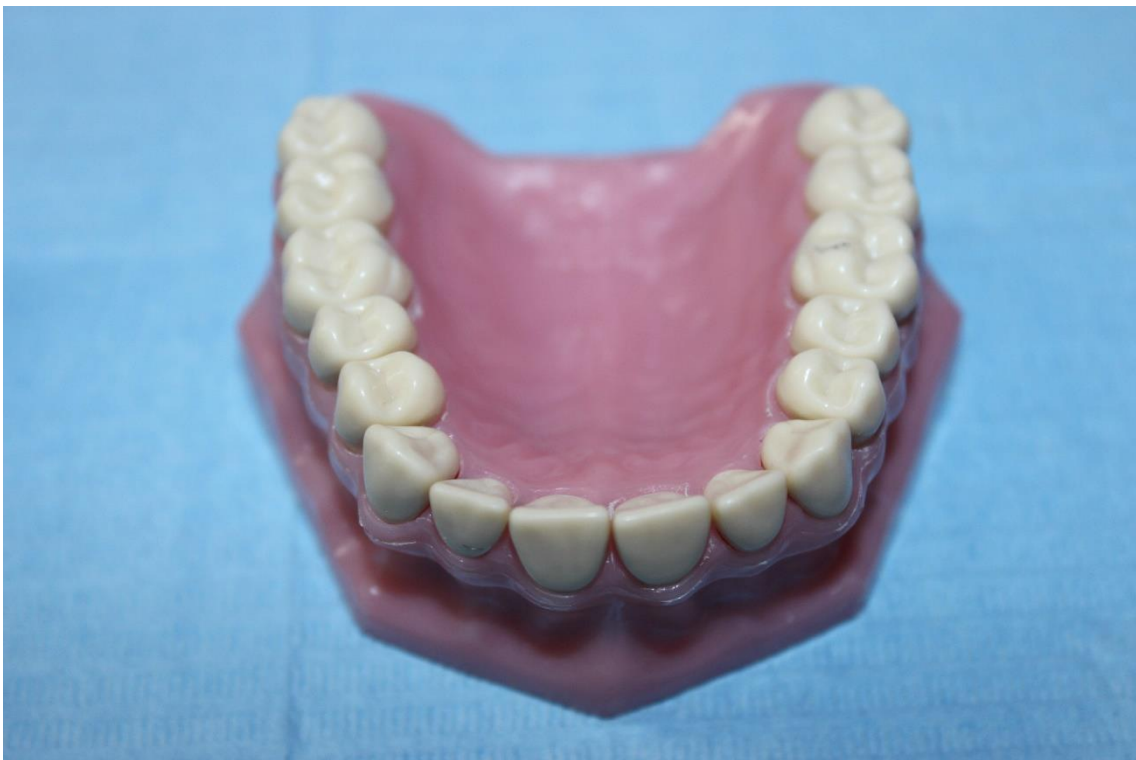


Figura 1: Modelo superior A-3 com dentes A-3 Z da Frasaco®.



Figura 2: Modelo inferior A-3 com dentes A-3 Z da Frasaco®.



Figura 3: Materiais usados para a impressão dos modelos: modelos A-3 Frasaco® superior e inferior, moldeira superior e inferior, espátula, tigela, alginato Orthoprint da Zhermak® e respectivos medidores.

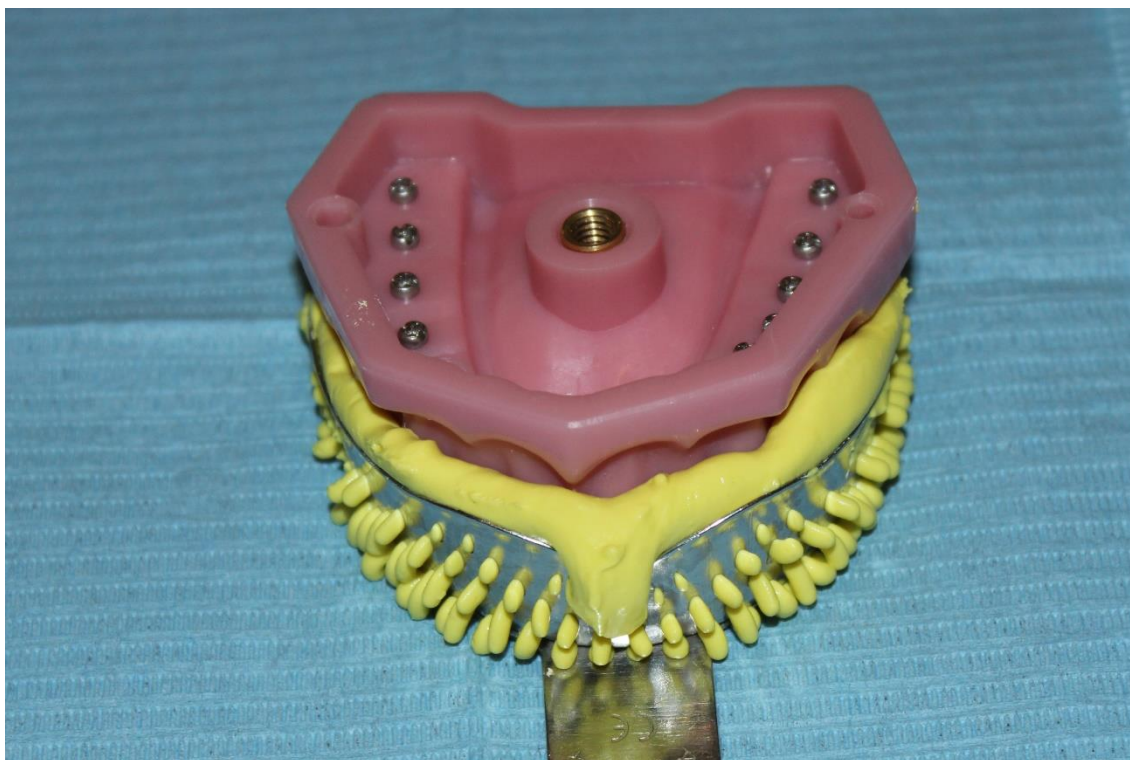


Figura 4: Impressão do modelo superior A-3 da Frasaco com alginato orthoprint da Zhermak®.



Figura 5: Impressão do modelo inferior A-3 da Frasaco com alginato orthoprint da Zhermak®.



Figura 6 – Impressão do modelo superior A-3 da Frasaco com alginato Orthoprint da Zhermak®.



Figura 7 – Impressão do modelo inferior A-3 da Frasaco com alginato Orthoprint da Zhermak®.



Figura 8 – Impressões do modelo superior A-3 da Frasaco em alginato Orthoprint da Zhermack®.

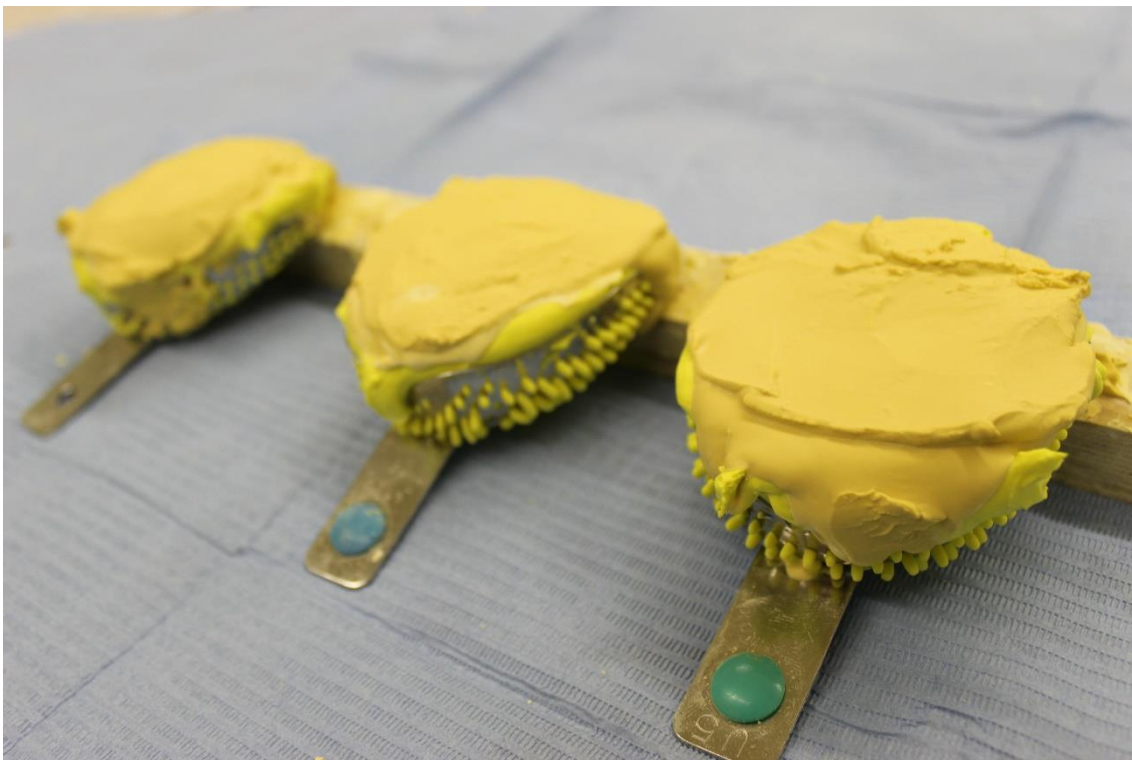


Figura 9: Modelagem das impressões dos modelos a gesso pedra, tipo III.



Figura 10: Registo de mordida na posição de intercuspidação máxima com Occlufast Rock da Zhermak®.

Preparação dos modelos

Num processo de termoformação é essencial a preparação do modelo. Nomeadamente a eliminação de zonas retentivas, eliminação de bolhas, quer por adição, quer por redução, e os espaços livres e zonas frágeis devem ser bloqueados. Neste caso, por se tratar de um modelo com a dentição completa (32 dentes), e com uma intercuspidação estável (*overbite* vertical mínimo, ligeira guia canina, dependente da inclinação dos caminhos condilares efetivos, com uma relação de pré-molar para primeiro molar de 1:2 e uma relação de segundo e terceiro molar de 1:1), após eliminação das bolhas, foi apenas adicionado uma pequena quantidade de cera em pontos retentivos na zona interproximal e cervical de alguns dentes (figura 11)



Figura 11: Preparação do modelo com cera para eliminar zonas retentivas.



Figura 12: Para o efeito pode ainda ser desenhada a área do protetor bucal no modelo de estudo.

Confeção dos protetores bucais

Após a preparação dos modelos de trabalho, realizou-se a confeção dos distintos protetores bucais individualizados, clássicos e multilaminados com diferentes espessuras. Foram confeccionados 4 tipos diferentes de protetores bucais individualizados:

- ✓ Protetor bucal de uma camada (4.0 mm)
- ✓ Protetor bucal multilaminado de duas camadas (4.0 mm + 2.0 mm) e equivalente, protetor bucal Playsafe Medium da Erkodont® (Playsafe Medium: Erkoflex 2.0 mm + Erkoflex 4.0 mm)
- ✓ Protetor bucal Playsafe Triple da Erkodont® (5,5 mm) (Playsafe Triple: Erkoflex 2.5 mm + Triple layer 1.0 mm + Erkoflex 2.5 mm)
- ✓ Protetor bucal Playsafe Heavy-Pro da Erkodont® (6.8 mm) (Playsafe Heavy-Pro: Erkoflex 2.0 mm + Erkodur-S 0.8 mm + Erkoflex 4.0 mm)

Os protetores bucais de uma camada, 4 mm, e os de duas camadas 4 mm + 2 mm foram realizados nas máquinas Pro-form, Ministar S e Erkoform3d-motion + Occluform-3. Enquanto os protetores trilaminados Playsafe Heavy-Pro e Playsafe Triple foram executados com a máquina Erkoform3d-motion + Occluform-3.

Foram utilizadas em todos os protetores bucais lâminas Erkoflex da Erkodont®. No caso dos protetores trilaminados, foi também utilizada uma lâmina Erkodur-S no protetor bucal Playsafe Heavy-Pro, e uma lâmina trilaminada Playsafe Triple no protetor bucal Playsafe Triple.

Pro-form



Figura 13: Máquina Pro-form da Keystoneindustries®.

A clássica máquina Pro-form (figura 13) não possui qualquer sistema de temperatura nem temporização, quer de aquecimento, quer de arrefecimento, e é completamente manual. Deve ser utilizado um cronómetro.

No caso do aquecimento, as lâminas devem aquecer até à formação de uma bolha, e aí é feita a termoformação, baixando-se a lâmina sobre o modelo manualmente. O tempo de arrefecimento, deve ser pelo menos 90 segundos por cada milímetro de espessura da lâmina. No caso das lâminas de 2mm, deixa-se arrefecer 180 segundos, e nas de 4mm, 360 segundos.

Protetor bucal de uma camada

Erkoflex 4mm

1. Colocou-se o modelo superior na plataforma de vácuo da máquina Pro-form;
2. Colocou-se a lâmina Erkoflex 4mm no respectivo recetor (figura 14);
3. Ligou-se o aquecimento e deixou-se aquecer a lâmina até à formação da primeira bolha;
4. Ligou-se o vácuo e baixou-se sobre o modelo a lâmina aquecida. Deixou-se arrefecer 360 segundos;
5. Retirou-se o modelo da máquina e o protetor bucal do modelo.
6. Cortou-se o protetor bucal com uma tesoura especial, pelos limites anteriormente já mencionados, expondo, igualmente, a área dos freios.
7. Com a broca de tungsténio em peça-de-mão foram retirados ainda excessos na área vestibular e do bordo do protetor bucal sendo dada a forma final ao protetor bucal.
8. O alisamento foi executado com a Lisko-S e Liskoid nos espaços mais estreitos.
9. Removeu-se a folha de isolamento do interior do protetor bucal.
10. O protetor bucal foi recolocado no modelo de gesso e com o queimador de ar quente aqueceu-se a superfície e deu-se-lhe brilho, pressionando brevemente folhas FG contra a superfície quente. Este processo também pode ser realizado para eliminar pequenas bolsas de ar.

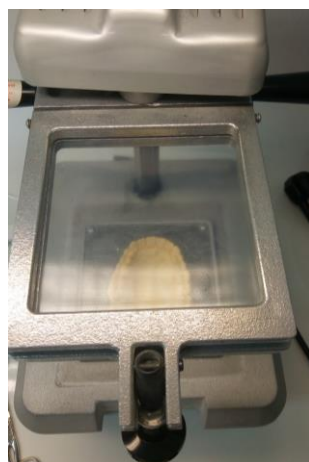


Figura 14: Máquina Pro-form preparada para termoformação do protetor bucal classe III com uma camada: lâmina Erkoflex 4mm no recetor e modelo na plataforma de vácuo.

Protetor bucal de duas camadas

Erkoflex 4mm + 2mm

1. Colocou-se o modelo na plataforma de vácuo da máquina Pro-form;
2. Colocou-se a lâmina Erkoflex 2mm no respectivo recetor (figura 14);
3. Ligou-se aquecimento e deixa-se aquecer a lâmina até à formação da primeira bolha;
4. Ligou-se o vácuo e baixou-se sobre o modelo a lâmina aquecida. Deixou-se arrefecer 180 segundos;
5. Retirou-se o modelo da máquina e a placa do modelo.
6. Cortou-se a placa com uma tesoura especial, deixando-a ligeiramente maior que o futuro protetor bucal.
7. Voltou-se a colocar o modelo na plataforma de vácuo da máquina com a placa termoformada.
8. Colocou-se a lâmina Erkoflex 4mm no respectivo recetor (figura 15);
9. Quer a placa quer a lâmina foram desengorduradas.
10. Colocou-se uma pequena etiqueta de identificação.
11. Ligou-se aquecimento e deixa-se aquecer a lâmina até à formação da primeira bolha;
12. Ligou-se o vácuo e baixou-se sobre o modelo a lâmina aquecida. Deixou-se arrefecer 360 segundos;
13. Retirou-se o modelo da máquina e o protetor bucal do modelo
14. Cortou-se o protetor bucal com uma tesoura especial, deixando-a ligeiramente maior que o futuro protetor bucal.
15. Com a broca de tungsténio em peça-de-mão foram retirados ainda excessos na área vestibular e do bordo do protetor bucal sendo dada a forma final ao protetor bucal.
16. O alisamento foi executado com a Lisko-S e Liskoid nos espaços mais estreitos.
17. Removeu-se a folha de isolamento do interior do protetor bucal.
18. O protetor bucal foi recolocado no modelo de gesso e com o queimador de ar quente aqueceu-se a superfície e deu-se-lhe brilho, pressionando brevemente

folhas FG contra a superfície quente. Este processo também pode ser realizado para eliminar pequenas bolsas de ar.



Figura 15: Máquina Pro-form preparada para termoformação do protetor bucal classe IV com duas camadas – lâmina Erkoflex 2mm no recetor e modelo com a primeira camada já termoformada na plataforma de vácuo.

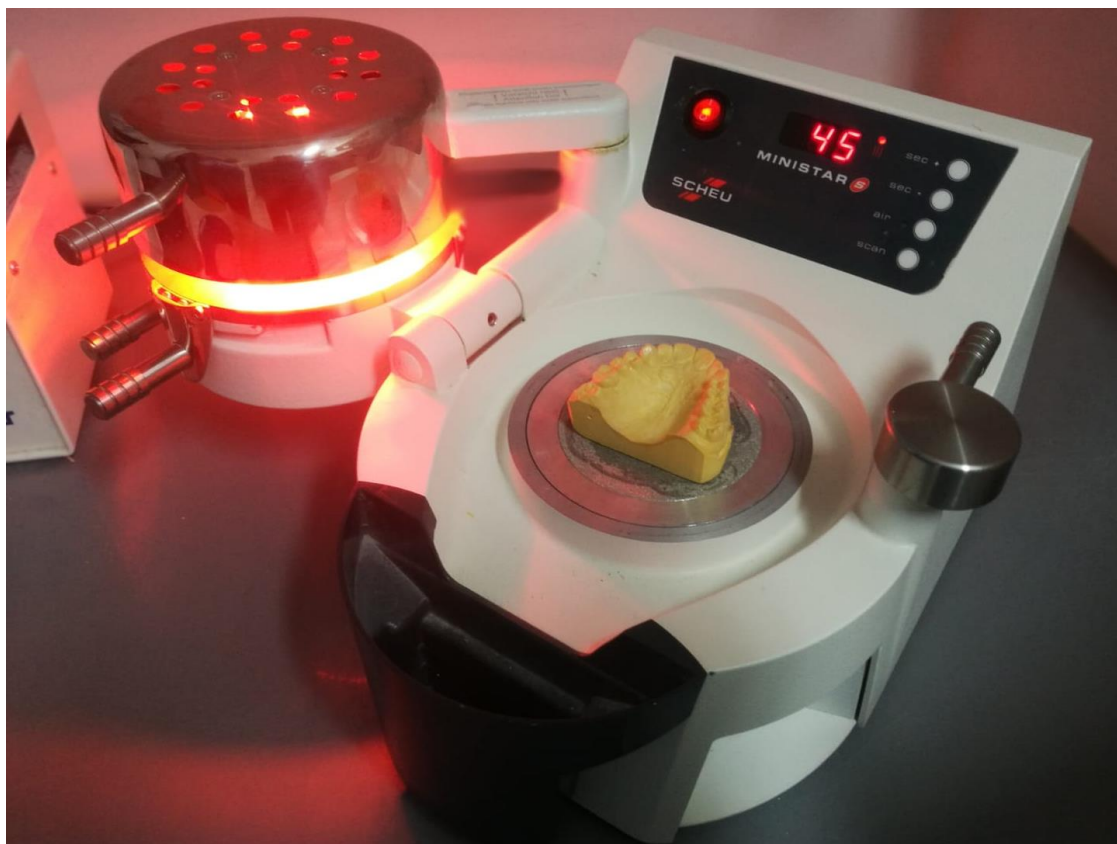


Figura 16: Máquina Ministar S da Scheu®.

Protetor bucal de uma camada

Erkoflex 4mm

1. Colocou-se o modelo superior na plataforma de pressão da máquina Ministar S (figura 16);
2. Colocou-se a lâmina Erkoflex 4mm no respetivo recetor;
3. Escolheu-se o programa com pressão e tempo de aquecimento para a lâmina Erkoflex de 4mm e deixou-se esta aquecer (figura 17);
4. Terminado o tempo de aquecimento, dobrou-se o braço e levou-se a lâmina aquecida até ao modelo na placa e ativou-se a pressão rodando a alavanca da posição de 12h para a posição de 6h;
5. Após o período de arrefecimento retirou-se o modelo da máquina e o protetor bucal do modelo (figura 18).

6. Cortou-se o protetor bucal com uma tesoura especial, pelos limites anteriormente já mencionados, expondo, igualmente, a área dos freios.
7. Com a broca de tungstênio em peça-de-mão foram retirados ainda excessos na área vestibular e do bordo do protetor bucal sendo dada a forma final ao protetor bucal.
8. O alisamento foi executado com a Lisko-S e Liskoid nos espaços mais estreitos.
9. Removeu-se a folha de isolamento do interior do protetor bucal.
10. O protetor bucal foi recolocado no modelo de gesso e com o queimador de ar quente aqueceu-se a superfície e deu-se-lhe brilho, pressionando brevemente folhas FG contra a superfície quente. Este processo também pode ser realizado para eliminar pequenas bolsas de ar.



Figura 17: Tempo de aquecimento para a lâmina Erkoflex de 4mm na Ministar S.



Figura 18: Modelo na plataforma de pressão com lâmina Erkoflex de 4mm termoformada.

Protetor bucal de duas camadas

Erkoflex 4mm + 2mm

1. Colocou-se o modelo superior na plataforma de pressão da máquina Ministar S (figura 16);
2. Colocou-se a lâmina Erkoflex 2mm no respectivo recetor;
3. Escolheu-se o programa com pressão e tempo de aquecimento para a lâmina Erkoflex de 2mm e deixou-se esta aquecer (figura 19);
4. Terminado o tempo de aquecimento, dobrou-se o braço e levou-se a lâmina aquecida até ao modelo na placa e ativou-se a pressão rodando a alavanca da posição de 12h para a posição de 6h;
5. Após o período de arrefecimento retirou-se o modelo da máquina e o protetor bucal do modelo.
6. Cortou-se a placa com uma tesoura especial, deixando-a ligeiramente maior que o futuro protetor bucal.
7. Voltou-se a colocar o modelo na plataforma de pressão da máquina com a placa termoformada.
8. Colocou-se a lâmina Erkoflex 4mm no respectivo recetor;
9. Quer a placa termoformada quer a lâmina são desengorduradas.
10. Escolheu-se o programa com pressão e tempo de aquecimento para a lâmina Erkoflex de 4mm e deixou-se esta aquecer;
11. Terminado o tempo de aquecimento, dobrou-se o braço e levou-se a lâmina aquecida até ao modelo na placa e ativou-se a pressão rodando a alavanca da posição de 12h para a posição de 6h;
12. Retirou-se o modelo da máquina e o protetor bucal do modelo
13. Cortou-se o protetor bucal com uma tesoura especial, deixando-a ligeiramente maior que o futuro protetor bucal.
14. Com a broca de tungsténio em peça-de-mão foram retirados ainda excessos na área vestibular e do bordo do protetor bucal sendo dada a forma final ao protetor bucal.
15. O alisamento foi executado com a Lisko-S e Liskoid nos espaços mais estreitos.
16. Removeu-se a folha de isolamento do interior do protetor bucal.

17. O protetor bucal foi recolocado no modelo de gesso (figura 20) e com o queimador de ar quente aqueceu-se a superfície e deu-se-lhe brilho, pressionando brevemente folhas FG contra a superfície quente. Este processo também pode ser realizado para eliminar pequenas bolsas de ar.



Figura 19: Tempo de aquecimento para a lâmina Erkoflex de 4mm na Ministar S.

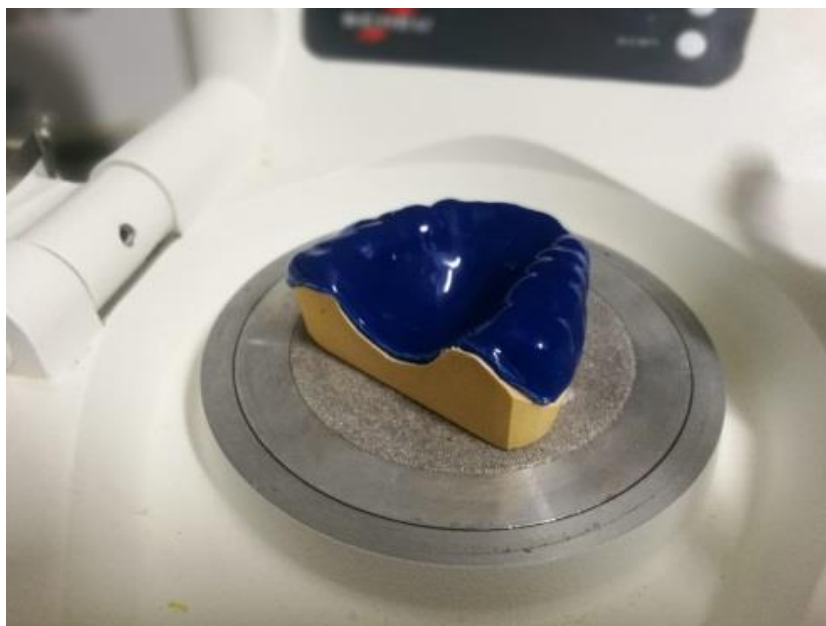


Figura 20: Protetor bucal 4mm + 2mm realizado na Ministar S.

Erkoform3d-motion + Occluform-3

Protetor bucal de uma camada

Erkoflex 4mm

1. Após seleção da placa Erkoflex 4mm, fixou-se o modelo superior no pote, e adicionou-se granulado, de forma a que toda a área vestibular fique visível.
2. Colocou-se a lâmina Erkoflex 4mm com a folha de isolamento no respetivo recetor da máquina, e apertou-se o anel de segurança.
3. Colocou-se o mandril facial Playsafe® no disco do modelo no Occluform-3 e fixou-se o modelo antagonista nele. Deve-se bloquear a articulação inferior no Occluform-3.
4. Ocluíram-se os modelos no Occluform-3 e foi marcado no pin de escala o valor 0. Elevou-se a mordida 3mm, fixou-se o pin nessa posição e abriu-se o Occluform-3. Cobriu-se a mordida antagonista com o espaçador de mordida Playsafe® que se fixou no mandril facial da Playsafe.
5. Escolheu-se o programa adequado à lâmina Erkoflex 4mm com folha de isolamento na máquina. Assim que a lâmina atingiu a temperatura de aquecimento, 120°, iniciou-se a termoformação automaticamente, e imediatamente se fechou o Occluform-3 até o pin obter contacto, e deixou-se arrefecer durante 7 minutos.
6. Após arrefecer abriu-se o Occluform-3 e retirou-se o modelo juntamente com a placa. Depois retirou-se a placa do modelo.
7. Cortou-se o protetor bucal com uma tesoura especial, pelos limites anteriormente já mencionados, expondo, igualmente, a área dos freios.
8. Com a broca de tungsténio (20 000 rpm.) foram retirados ainda excessos na área vestibular e do bordo do protetor bucal sendo dada a forma final ao protetor bucal.
9. O alisamento foi executado com a Lisko-S e Liskoid nos espaços mais estreitos – ambos a 10 000 rpm.
10. O protetor bucal foi recolocado no modelo de gesso e com o queimador de ar quente aqueceu-se a superfície e deu-se-lhe brilho, pressionando brevemente

folhas FG contra a superfície quente. Este processo também pode ser realizado para eliminar pequenas bolsas de ar.

11. No final removeu-se a folha de isolamento do interior do protetor bucal.

Protetor bucal de duas camadas

Protetor bucal Playsafe Medium (Erkoflex 4mm + 2mm)

O protetor bucal Playsafe Medium é um protetor bucal multilaminado classe IV constituído por 2 lâminas (2 mm Erkoflex + 4 mm Erkoflex) e é para proteger de colisões com superfícies largas, como por exemplo luvas de boxe. É recomendado principalmente para boxe, judo, wrestling, futebol...

1. Após seleção das referidas placas, fixou-se o modelo superior no pote, e adicionou-se granulado, de forma a que toda a área vestibular fique visível (figura 21).
2. Colocou-se a lâmina Erkoflex 2mm com a folha de isolamento (figura 22) correspondente à primeira camada, no recetor da lâmina na máquina de termoformação Erkoform3d-motion, e apertou-se o anel de segurança.
3. Colocou-se o mandril facial Playsafe no disco do modelo no Occluform-3 e fixou-se o modelo antagonista nele (figura 23). Deve-se bloquear a articulação inferior no Occluform-3.
4. Escolheu-se o programa adequado à lâmina Erkoflex 2mm+folha de isolamento na máquina, a lâmina aqueceu até os 130° e iniciou-se automaticamente a termoformação (figura 24). Arrefeceu durante 3 minutos (figura 25).
5. De seguida, retirou-se o modelo do pote (figura 26), e foram cortados os excessos de material com uma tesoura especial, deixando-a com a forma aproximada do protetor final (figura 27 e 28).
6. Avançou-se para a segunda, e última, camada. Onde, com o Occluform-3 se imprime o registo de mordida do antagonista. Começou-se por fixar o modelo novamente no pote com granulado, e certificou-se que o vestíbulo ficou acima do limite do pote, com granulado sob o modelo (figura 29)

-
7. Sem a placa no modelo superior, ocluíram-se os modelos no Occluform-3 e foi marcado no pin de escala o valor 0. Elevou-se a mordida 4mm, fixou-se o pin nessa posição e abriu-se o Occluform-3.
 8. Colocou-se no modelo a placa e desgordurou-se com o agente desgordurante da Erkodent®, tal como a face da lâmina Erkoflex 4mm que ficará em contacto com a placa composta.
 9. De seguida a lâmina Erkoflex 4mm (figura 30) foi colocada no recetor da Erkoform3d-motion, apertou-se o anel de segurança, selecionou-se na máquina o programa apropriado à lâmina colocada no recetor. Enquanto a lâmina aquecia cobriu-se a mordida antagonista com o espaçador de mordida Playsafe que se fixou no mandril facial Playsafe (figura 31).
 10. Assim que a lâmina Erkoflex 4mm atingiu a temperatura de aquecimento, 100°C, e iniciou-se a termoformação, imediatamente se fechou o Occluform-3 até o pin obter contacto, e deixou-se arrefecer durante 6 minutos (figura 32 e 33).
 11. Após arrefecer abriu-se o Occluform® e retirou-se o modelo juntamente com a placa (figura 34). Depois removeu-se o molde de cobertura do granulado e retirou-se a placa do modelo.
 12. Cortou-se o protetor bucal com uma tesoura especial, pelos limites anteriormente já mencionados, expondo, igualmente, a área dos freios.
 13. Com a broca de tungsténio (20 000 rpm.) foram retirados ainda excessos na área vestibular e do bordo do protetor bucal sendo dada a forma final ao protetor bucal.
 14. O alisamento foi executado com a Lisko-S (figura 97) e Liskoid nos espaços mais estreitos – ambos a 10 000 rpm.
 15. O protetor bucal foi recolocado no modelo de gesso e com o queimador de ar quente aqueceu-se a superfície e deu-se-lhe brilho, pressionando brevemente folhas FG contra a superfície quente. Este processo também pode ser realizado para eliminar pequenas bolsas de ar.
 16. No final removeu-se a folha de isolamento associada à primeira placa Erkoflex do interior do protetor bucal.



Figura 21: Colocação do modelo no pote do modelo com granulado. Deixar o vestibulo sobre o granulado de forma a que este seja termoformado.



Figura 22: Colocação da lâmina Erkoflex 2mm no respetivo recetor da máquina Erkoform3d-motion.

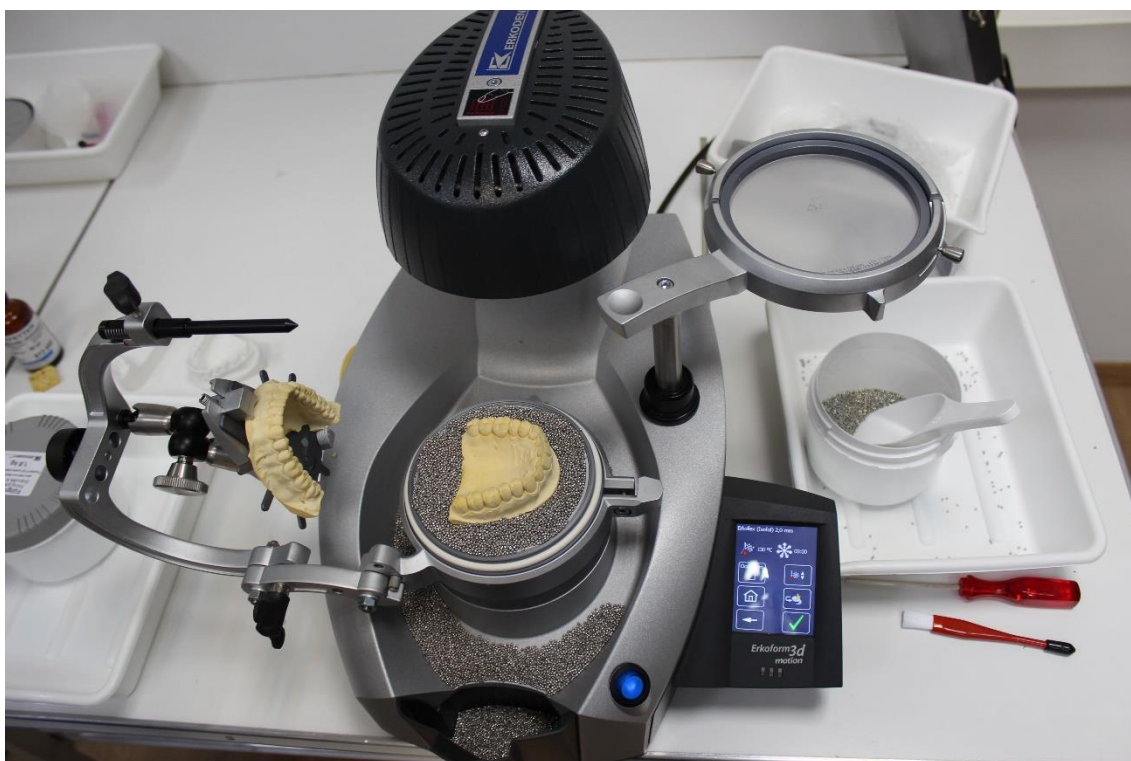


Figura 23: Seleção na máquina do programa correspondente à lâmina Erkoflex 2mm com folha de isolamento, após colocação do modelo inferior no Occluform-3 e o anel de segurança no recetor da lâmina.

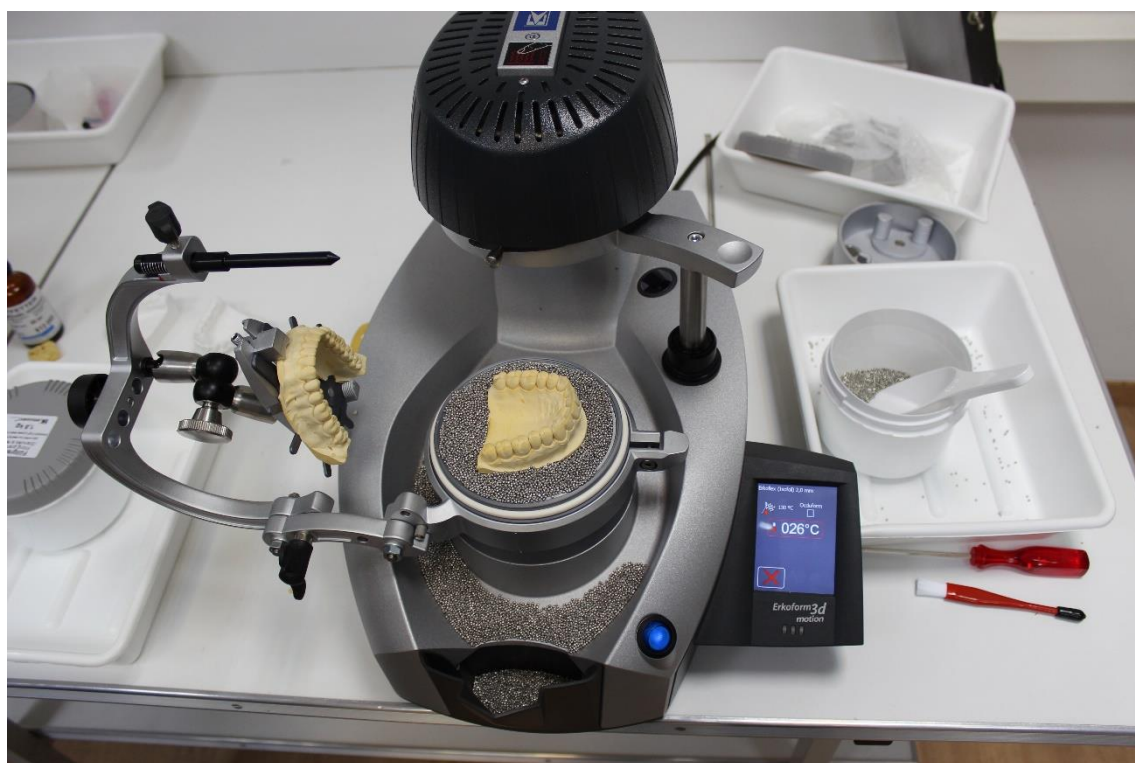


Figura 24: Lâmina Erkoflex 2mm com folha de isolamento em aquecimento.



Figura 25: Quando a lâmina se encontra na temperatura predefinida esta baixa automaticamente sobre o modelo e o vácuo é ativado.



Figura 26: Modelo e placa termoformada retirados do recipiente do modelo.



Figura 27: Placa termoformada no modelo após remoção dos excessos com tesoura especial, preparada para receber a segunda lâmina – vista superior.



Figura 28: Placa termoformada no modelo após remoção dos excessos, preparada para receber a segunda lâmina – vista antero-latero-superior.



Figura 29: Modelo superior no recipiente de formação devidamente alinhado – área vestibular visível.

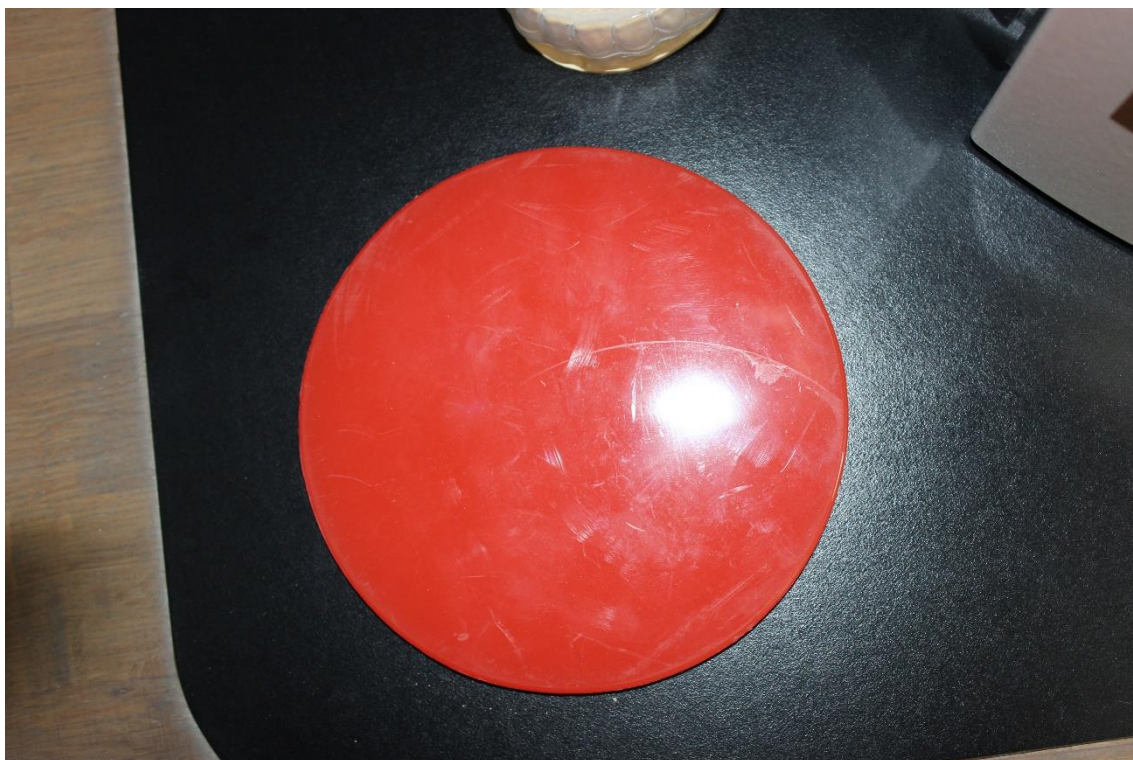


Figura 30: Lâmina Erkoflex 4mm.



Figura 31: Lâmina Erkoflex 4mm em período de aquecimento.



Figura 32: Período de arrefecimento com os modelos em oclusão predefinida.

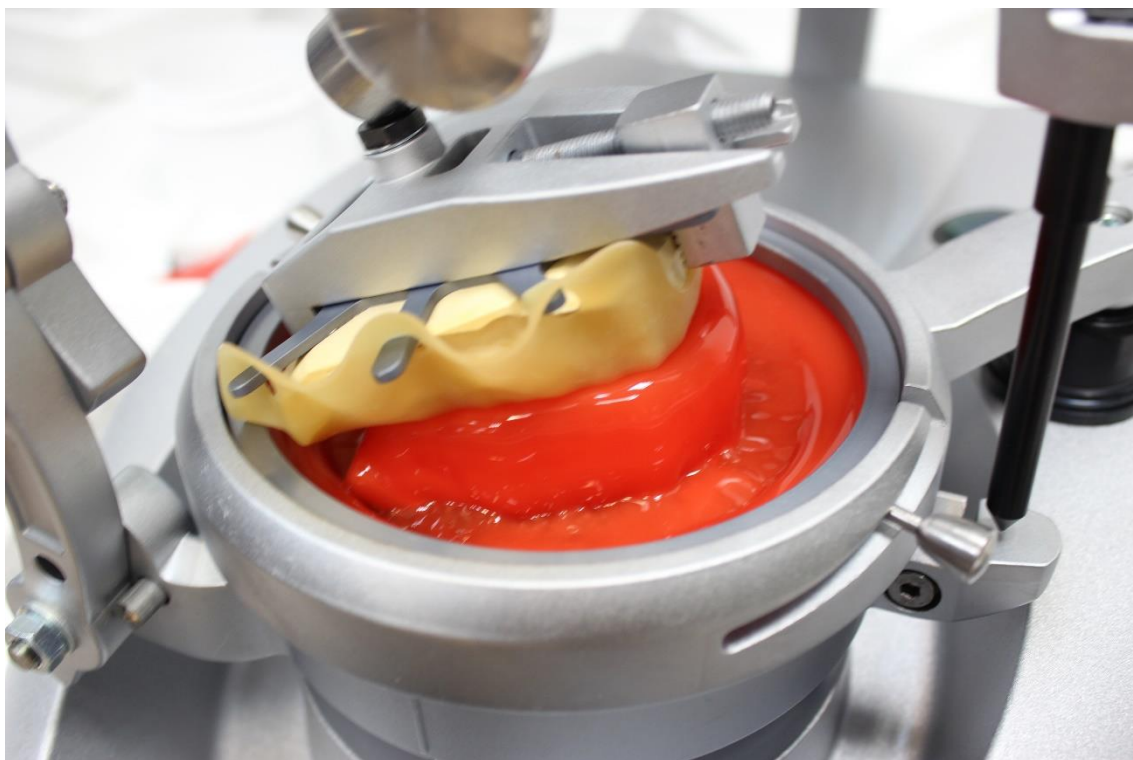


Figura 33: Modelo inferior sobre o modelo superior para registo de mordida. Pin de suporte em contacto.



Figura 34: Aspeto após remoção da placa do recipiente do modelo.



Figura 35: Protetor bucal Playsafe Medium – vista externa. Indentações visíveis.



Figura 36: Protetor bucal Playsafe Medium – vista interna.

Protetores bucais de três camadas

Protetor bucal Playsafe Triple 5,5mm

O protetor bucal Playsafe Triple é um protetor bucal multilaminado classe IV realizado através da termoformação de apenas uma lâmina Playsafe Triple pré-trilaminada. Está disponível em duas espessuras diferentes, Playsafe Triple, 5.5 mm, e Playsafe triple-light, 4.1 mm. Neste estudo foi utilizado o Playsafe Triple de 5.5mm (2.5 mm Erkoflex + 1 mm Triple layer + 2 mm Erkoflex). Tem a vantagem de se fazer em uma única termoformação, associada a uma impressão da articulação. Também é possível personalizar ou aplicar etiquetas, se desejado. É recomendado para todos os desportos de contacto.

1. Após seleção da referida placa, fixou-se o modelo superior no pote (figura 37), adicionou-se granulado, e certificou-se que o vestíbulo ficou acima do limite do pote, com granulado sob o modelo (figura 38 e 39).
2. Colocou-se o mandril facial da Playsafe® no disco do modelo no Occluform-3 e fixou-se o modelo antagonista nele (figura 40). (Deve-se bloquear a articulação inferior no Occluform-3).
3. Ocluíram-se os modelos no Occluform-3 e foi marcado no pin de escala o valor 0. Elevou-se a mordida 4mm (valor médio) (Figura 41 e 42) e abriu-se o Occluform-3.
4. De seguida a lâmina Playsafe Triple 5.5mm com a folha de isolamento (figura 43) foi colocada no recetor da Erkoform3d-motion, apertou-se o anel de segurança (figura 44) selecionou-se na máquina o programa apropriado à lâmina colocada no recetor – seleciona-se a opção “Occluform” no menu seguinte (figura 45). Enquanto a lâmina aquecia cobriu-se a mordida antagonista com o espaçador de mordida Playsafe que se fixou no mandril facial Playsafe (figura 46).
5. Assim que a lâmina Playsafe Triple 5.5mm atingiu a temperatura de aquecimento, 110°C, iniciou-se automaticamente a termoformação, (figura 47), e deixou-se arrefecer durante 10 minutos (figura 48).

-
6. Após um minuto de arrefecimento a máquina dá instrução para se fazer a impressão da arcada antagonista (figura 49) e imediatamente se fechou o Occluform-3 até o pin obter contacto (figura 50).
 7. Após arrefecimento completo, abriu-se o Occluform® e levanta-se o recetor da placa, solta-se o anel de segurança e remove-se o pote com o modelo. Solta-se o modelo e remove-se (figura 51). Removeu-se também o molde de cobertura do granulado.
 8. Com a broca de fissura cortou-se a placa em forma de estrela (figura 52) e com a ajuda do alicate invertido retirou-se a placa do modelo (figura 53). Foi também removida da placa a folha de isolamento.
 9. Com a mesma broca e aproveitando os cortes concêntricos em forma de estrela, removeu-se grosseiramente os excessos de material como demonstrado nas figuras 54 e 55.
 10. Com a broca de tungsténio (20 000 rpm.) foram retirados ainda excessos na área vestibular e do bordo do protetor bucal sendo dada a forma final ao protetor bucal.
 11. O alisamento foi executado com a Lisko-S e Liskoid nos espaços mais estreitos – ambos a 10 000 rpm.
 12. O protetor bucal foi recolocado no modelo de gesso e com o queimador de ar quente aqueceu-se a superfície e deu-se-lhe brilho, pressionando brevemente folhas FG contra a superfície quente. Este processo também pode ser realizado para eliminar pequenas bolsas de ar.



Figura 37: Fixação do modelo superior no recipiente do modelo.



Figura 38: Modelo no recipiente de modelo com o granulado ajustado de forma a selecionar a área do modelo a termoformar. Reparar que toda a área vestibular deve ficar visível.



Figura 39: Modelo no recipiente de modelo com o granulado ajustado de forma a selecionar a área do modelo a termoformar. Cobrir parte do palato com granulado, deixar margem visível para boa adaptação e maior distribuição das forças. Os excessos são passíveis de serem eliminados posteriormente.



Figura 40: Colocação do modelo inferior no mandril do Occluform-3 e respetiva fixação.



Figura 41: Modelos em intercuspidação máxima e o pin de suporte a 0 na linha mais espessa.



Figura 42: Ajuste do pin para 4mm para abertura da mordida.

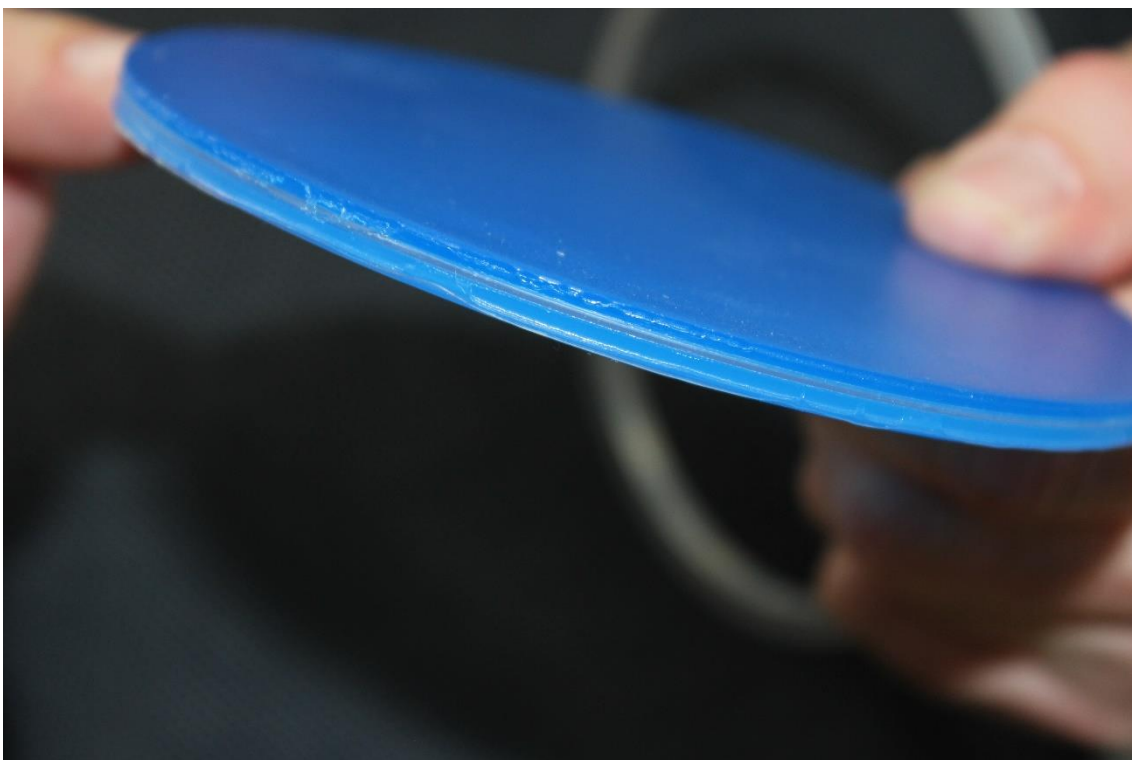


Figura 43: Lâmina Playsafe Triple 5.5mm de cor azul.



Figura 44: Colocação do anel de segurança no recetor da lâmina.



Figura 45: Seleção do programa na máquina Erkoform 3d motion.



Figura 46: Colocação de borracha no modelo inferior para o registo de mordida não ficar tão vincado.



Figura 47: Início da termoformação no modelo superior.

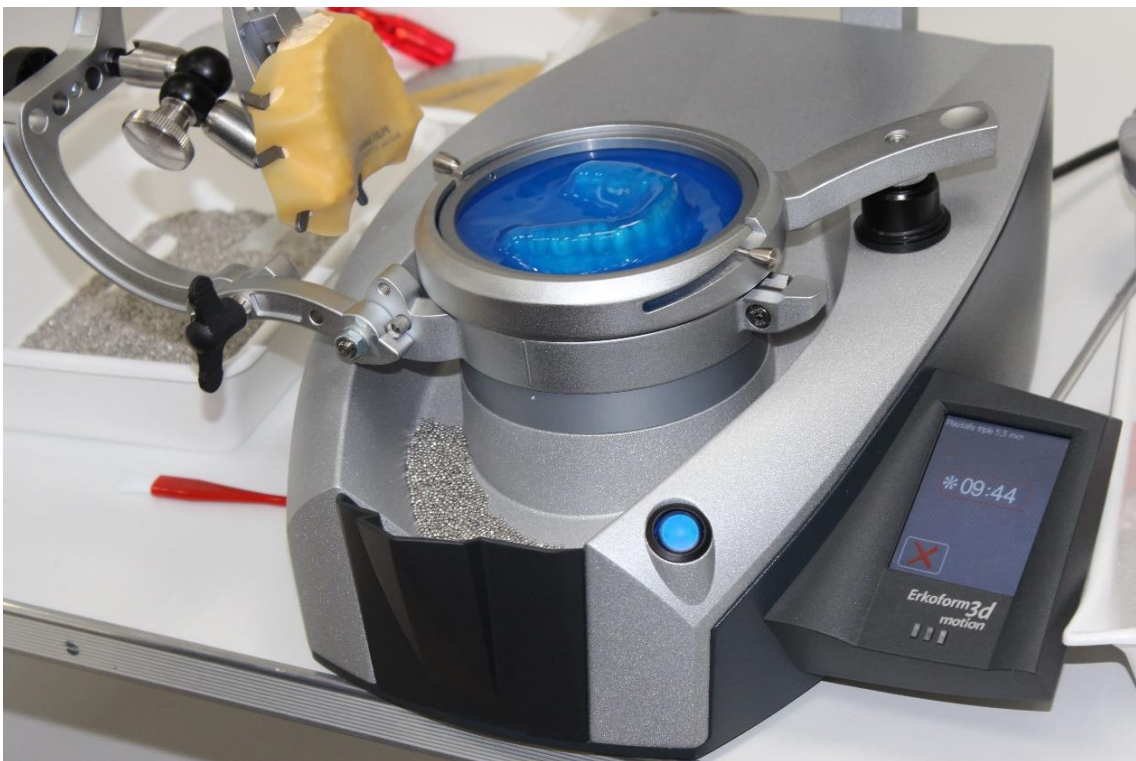


Figura 48: Placa termoformada em arrefecimento.



Figura 49: Máquina dá instrução e baixa-se o modelo inferior sobre o modelo superior.



Figura 50: Modelo inferior sobre modelo superior até o pin obter contacto, com a placa de termoformação em arrefecimento.



Figura 51: Retirou-se o modelo com a placa termoformada do pote de modelo.



Figura 52: Cortes em estrela com broca em peça de mão de forma a ser possível retirar a placa termoformada do modelo,



Figura 53: Retira-se o modelo com ajuda de um alicate.



Figura 54: Retiram-se os excessos com broca em peça de mão.



Figura 55: Retiram-se os excessos na zona do palato.



Figura 56: Protetor bucal Playsafe Triple – vista externa. São visíveis as indentações registadas no protetor bucal pela arca oponente.



Figura 57: Protetor bucal Playsafe Triple – vista interna.

Protetor bucal Heavy-pro 6,8mm

O protetor bucal Playsafe Heavy-pro é um protetor bucal multilaminado classe IV constituído por 3 lâminas (2 mm Erkoflex + 0.8 mm Erkodur-S + 4 mm Erkoflex) (figura 58) e é o protetor que apresenta maior taxa de distribuição de forças protegendo assim de colisões fortes com superfícies pequenas, como por exemplo raquetes ou tacos. É recomendado principalmente para hóquei do gelo, hóquei de campo, squash, kickboxing.

Este protetor bucal foi realizado de acordo com os passos seguintes:

1. Após seleção das referidas placas (figura 58), fixou-se o modelo superior no recipiente do modelo, sobre granulado, de forma a que toda a área vestibular fique visível (figura 59).
2. Colocou-se a lâmina Erkoflex 2mm com folha de isolamento correspondente à primeira camada, no recetor da máquina de termoformação Erkoform3d-motion, e apertou-se o anel de segurança (figura 60).
3. Escolheu-se o programa adequado à lâmina Erkoflex 2mm com folha de isolamento na máquina, a lâmina aqueceu até os 130° e iniciou-se a termoformação, a máquina baixou automaticamente a lâmina sobre o modelo. Arrefeceu durante 3 minutos (figura 61).
4. Arrefecimento concluído, retirou-se o modelo e a placa do recipiente, e a placa do modelo (figura 62). Foram cortados os excessos de material com uma tesoura especial (figura 63), deixando a placa um bocadinho mais longa do que o protetor final (figura 64).
5. Voltou-se a colocar a placa de apenas uma camada no modelo, e verificou-se se as dimensões correspondiam às referidas anteriormente. Uma vez verificadas as dimensões, fixou-se o modelo com a placa no recipiente com granulado (figura 65).
6. Foi desengordurada a área visível com o agente desengordurante da Erkodent® (Figura 66 e 67), e a face da lâmina Erkodur-S 0.8mm que ficará em contacto com a primeira camada também (figura 68). Este desengorduramento assegura uma efetiva união entre as camadas.

7. De seguida a lâmina Erkodur-S foi colocada no recetor da Erkoform3d-motion, apertou-se o anel de segurança, selecionou-se na máquina o programa apropriado à lâmina colocada no recetor (figura 69).
8. Deixou-se aquecer até. Enquanto a lâmina aquece ajusta-se o granulado ficando apenas a face vestibular dos dentes e dois mm de margem para além desta, quer para incisal/oclusal quer para apical, visível, o que dará origem ao chamado *buccal shield* (figura 70). Quando atingidos os 160°C, a máquina inicia automaticamente a termoformação e deixa-se arrefecer durante 45 segundos.
9. Removeu-se o modelo do recipiente e tirou-se a placa composta do modelo (figura 71) cortou-se com a tesoura os excessos (figura 72).
10. Para alisar o bordo duro, primeiro foi utilizada a broca de tungstênio, seguida da Lisko-S (Figura 73 e 74).
11. Avançou-se para a terceira, e última, camada. Onde, com o Occluform-3 se imprimiu o registo de mordida do modelo antagonista. Começou-se por fixar o modelo novamente no recipiente com granulado, e certificou-se que o vestibulo ficou acima do limite do recipiente, com granulado sob o modelo (Figuras 75, 76, 77 e 78)
12. Colocou-se o mandril facial Playsafe no disco do modelo no Occluform-3 e fixou-se o modelo antagonista nele. (Deve-se bloquear a articulação inferior no Occluform-3) (figura 79).
13. Ocluíram-se os modelos no Occluform-3 e foi marcado no pin de escala o valor 0. Elevou-se a mordida 4mm (valor médio) (Figura 80, 81 e 82) e abriu-se o Occluform-3.
14. Colocou-se a placa composta no modelo e desgordurou-se com o agente desgordurante da Erkodent®, e a face da lâmina Erkoflex 4mm que ficará em contacto com a placa composta também se desgordurou (Figura 83, 84 e 85).
15. De seguida a lâmina Erkoflex 4mm foi colocada no recetor da Erkoform3d-motion, apertou-se o anel de segurança, selecionou-se na máquina o programa apropriado à lâmina colocada no recetor (figura 86) e selecionou-se a opção “Occluform” no menu seguinte.
16. Enquanto a lâmina aquecia cobriu-se a mordida antagonista com o espaçador de mordida Playsafe que se fixou no mandril facial Playsafe como demonstrado na

-
- figura 87, e colocou-se na placa composta uma pequena etiqueta de identificação (figura 88)
17. Assim que a lâmina Erkoflex 4mm atingiu a temperatura de aquecimento, 100°C, iniciou-se a termoformação automaticamente, e imediatamente se fechou o Occluform-3 até o pin obter contacto (figura 89), e deixou-se arrefecer durante 6 minutos (figura 90).
 18. Após arrefecer abriu-se o Occluform-3 (figura 91) e retirou-se o modelo juntamente com a placa. Depois removeu-se o molde de cobertura do granulado, retirou-se a placa do modelo e seguidamente a folha de isolamento (figura 92 e 93).
 19. Cortou-se o protetor bucal com uma tesoura especial, pelos limites anteriormente já mencionados, expondo, igualmente, a área dos freios (figura 94 e 95).
 20. Com a broca de tungsténio (20 000 rpm.) (figura 96) foram retirados ainda excessos na área vestibular e do bordo do protetor bucal sendo dada a forma final ao protetor bucal.
 21. O alisamento foi executado com a Lisko-S (figura 97) e Liskoid nos espaços mais estreitos – ambos a 10 000 rpm. (figura 98, 99 e 100).
 22. O protetor bucal foi recolocado no modelo de gesso e com o aquecedor de ar quente (figura 101) aqueceu-se a superfície e deu-se-lhe brilho (figura 102 e 103), pressionando brevemente folhas FG contra a superfície quente. Este processo também pode ser realizado para eliminar pequenas bolsas de ar.
 23. Foi ainda colocada uma etiqueta de customização (figura 104) no lado esquerdo do protetor bucal. Desengordurou-se com o agente já utilizado anteriormente, aqueceu-se a superfície com o queimador de ar quente, e pressionou-se a etiqueta contra o protetor bucal, com folhas FG para evitar colocar gordura das mãos no processo (figuras 105-108).
 24. No final removeu-se a folha de isolamento associada à primeira placa Erkoflex do interior do protetor bucal (figura 109), ficando assim o protetor bucal Playsafe Heavy-Pro finalizado (figuras 110-114).

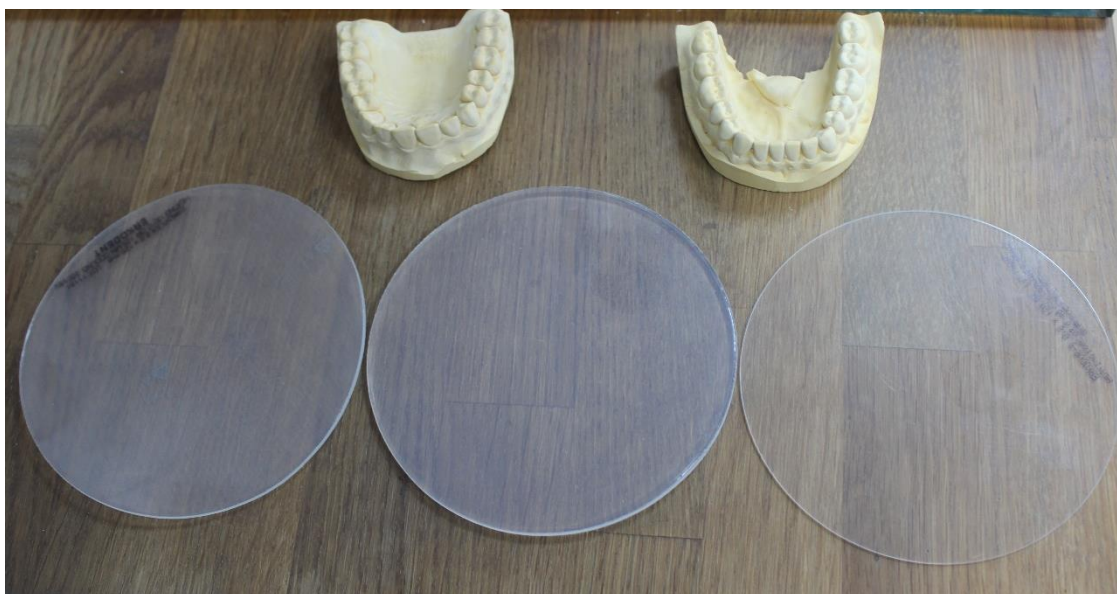


Figura 58: Modelos superior e inferior e lâminas 2 mm Erkoflex + 0.8 mm Erkodur-S + 4 mm Erkoflex.



Figura 59: Adaptação do granulado sob o modelo de forma a que toda a área vestibular fique visível.



Figura 60: Lâmina Erkoflex 2mm com folha de isolamento no respetivo recetor com o anel de segurança já apertado.



Figura 61: Lâmina Erkoflex 2mm, com folha de isolamento, abaixada sobre o modelo após aquecimento, com o sistema de vácuo em funcionamento.



Figura 62: Placa Erkoflex 2 mm termoformada a ser retirada do modelo. Deve-se ter cuidado na remoção da mesma para não se danificar o modelo.



Figura 63: Recorta-se a placa com a forma aproximada do pretendido para o protetor bucal.

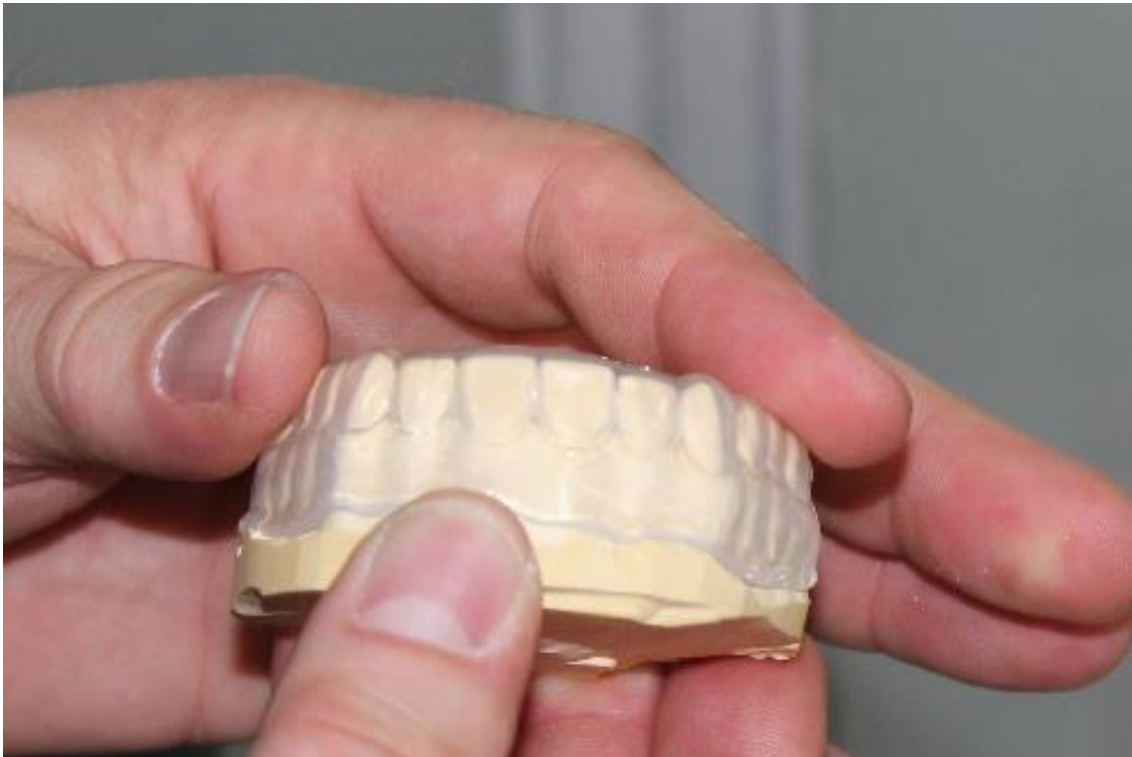


Figura 64: Volta-se a colocar a placa termoformada no modelo e verifica-se se as dimensões estão adequadas.



Figura 65: Coloca-se o modelo com a placa no recipiente do modelo sobre o granulado.



Figura 66: Agente desengordurante da Erkodent®.



Figura 67: Desengorduramento da placa com o agente desengordurante da Erkodent®.

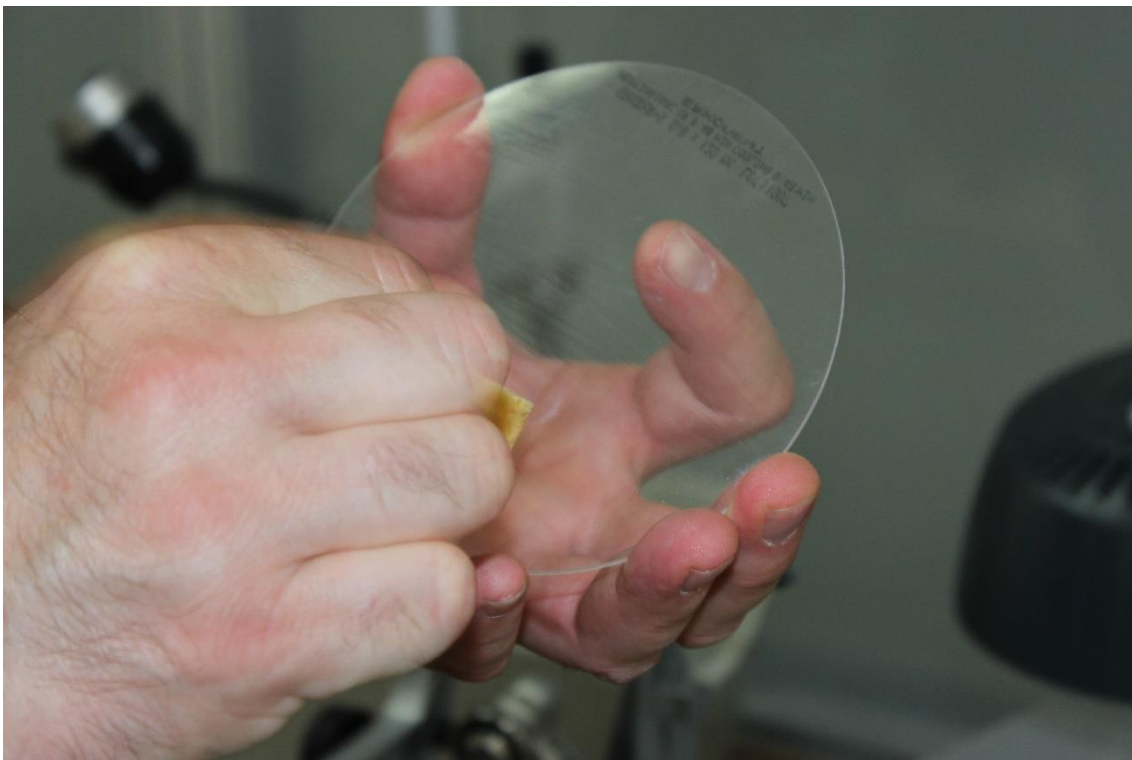


Figura 68: Desengorduramento com o agente desengordurante da Erkodent®, da face da lâmina Erkodur-S que ficará em contacto com a placa.



Figura 69: Escolha do programa Erkodur-S na máquina Erkoform3d-motion.



Figura 71: Ajusta-se o granulado de forma a que a termoformação abranja apenas a face vestibular dos dentes e dois mm de margem para além desta, quer para incisal/oclusal quer para apical. Esta configuração dará origem a que esta camada se encontre praticamente apenas na face vestibular dos dentes, sendo por isso chamada de buccal shield (escudo bucal).



Figura 70: Desaperta-se o anel de segurança e retira-se o modelo e a placa termoformada do recipiente do modelo.



Figura 72: Corte grosseiro com tesoura especial dos excessos da placa.



Figura 73: Com a Lisko-S é realizado um polimento para eliminar todos os excessos e rebarbas de material da placa.

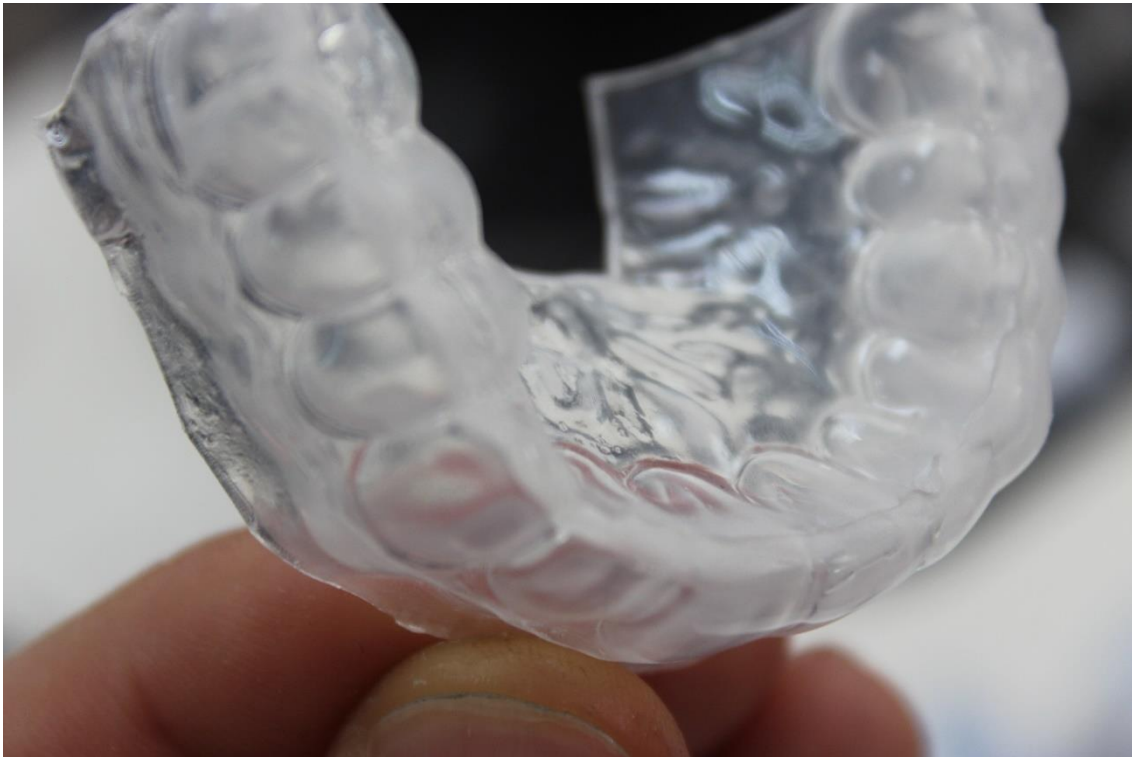


Figura 74: Placa composta (duas camadas) polida e preparada para receber a terceira lâmina.



Figura 75: Volta-se a fixar o modelo no recipiente de modelo com chave fornecida pelo fabricante. Deixar a área vestibular acima do nível do recipiente para com o granulado, toda esta área fique visível e seja termoformada.



Figura 76: Colocação do granulado no recipiente do modelo.



Figura 77: Ajuste do granulado de forma a que o modelo fique com granulado sob si, e a zona vestibular livre para ser termoformada.



Figura 78: Colocação do recipiente do modelo no recipiente de formação. Vestíbulo todo sobre o granulado.



Figura 79: Colocação do modelo inferior no mandril do Occluform-3.



Figura 80: Colocação do pin de suporte a 0 para se colocar os modelos em posição de intercuspidação máxima.



Figura 81: Colocação e fixação dos modelos em intercuspidação máxima com o pin a 0.



Figura 82: Elevação da mordida 4mm e fixação dessa posição no pin do Occluform-3.

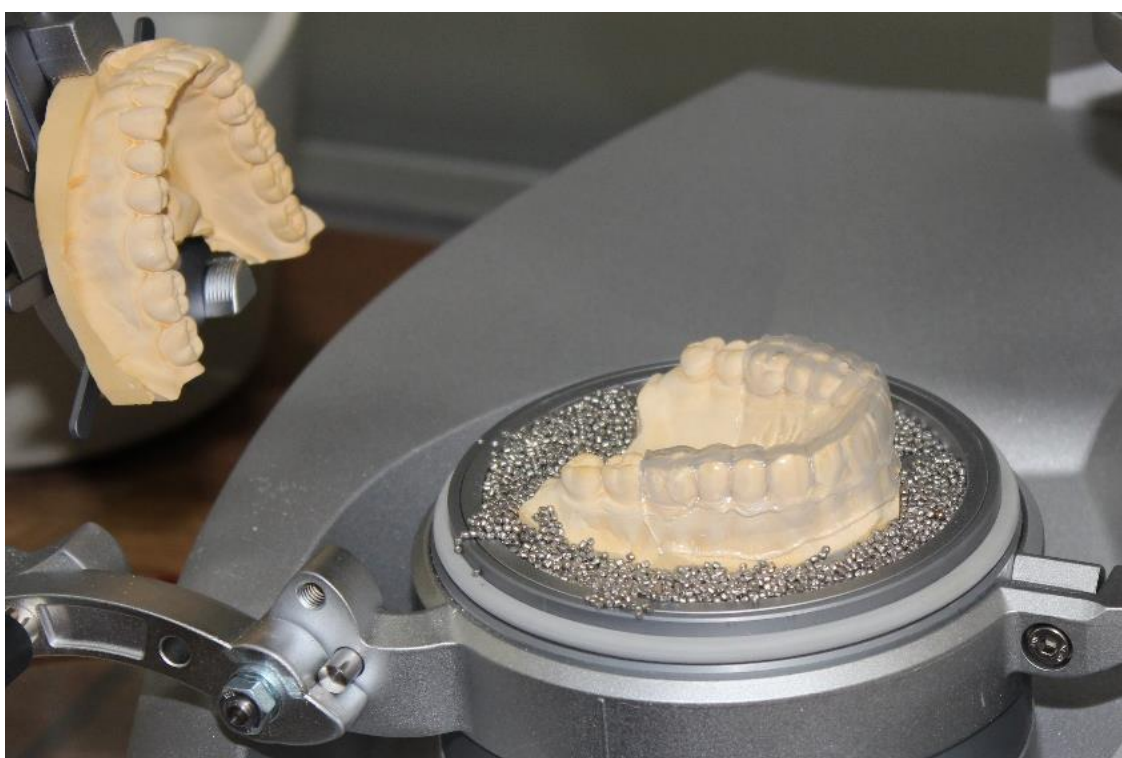


Figura 83: Colocação da placa composta no modelo superior.



Figura 84: Desengorduramento da placa composta com o agente desengordurante da Erkodent®.



Figura 85: Desengorduramento com o agente desengordurante da Erkodent® da face da lâmina Erkoflex 4 mm que ficará em contacto com a placa a termoformar.



Figura 86: Seleção do programa na máquina relativo à lâmina selecionada, Erkoflex 4mm após colocação e aperto do anel de segurança.

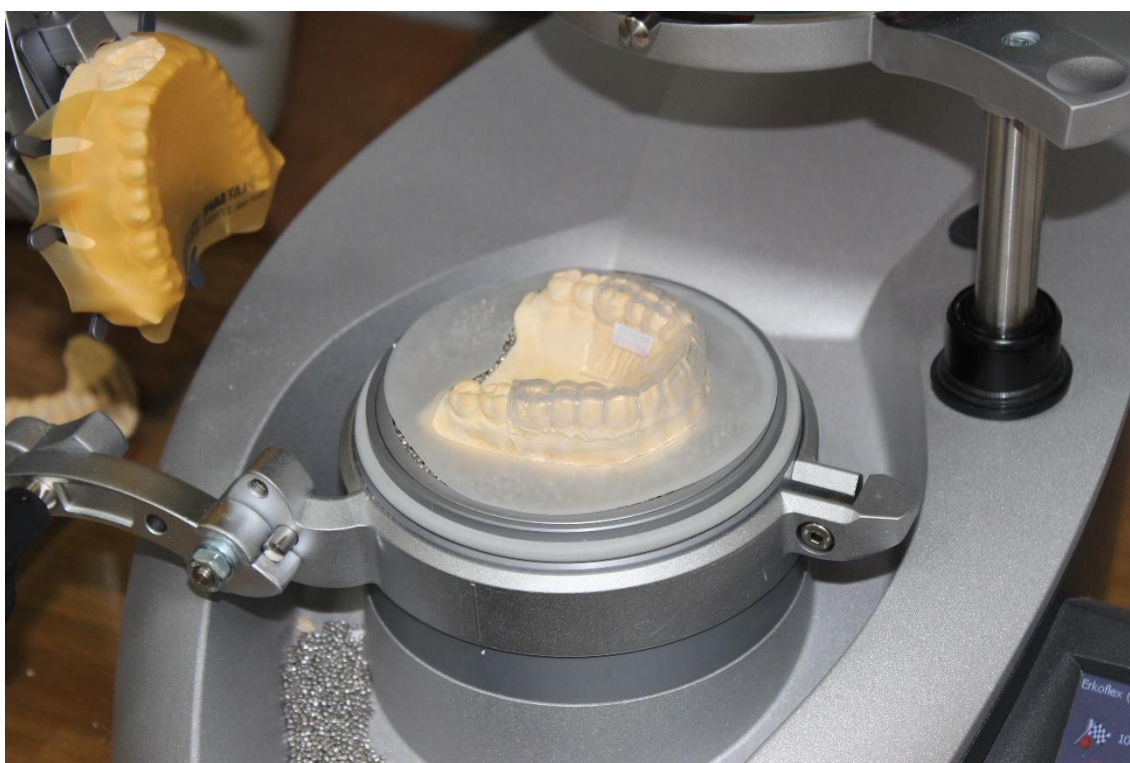


Figura 87: Modelo inferior com espaçador de mordida. Colocação de folha de isolamento para evitar que o granulado seja termoformado e de difícil remoção da futura placa.



Figura 89: Colocação de uma pequena etiqueta de identificação com ajuda de uma pinça para não haver gordura no processo.



Figura 88: Registo de mordida pelo abaixamento da coluna de articulação do Occluform-3 com o modelo inferior sobre a lâmina aquecida até à posição predefinida (até o pin de suporte ficar em contacto).



Figura 90: Lâmina Erkoform 4mm em aquecimento com o modelo inferior em intercuspidação na posição predefinida (6 minutos).



Figura 91: Momento após final do período de aquecimento da terceira camada do Playsafe Heavy-Pro, já com o modelo oponente levantado. Verifica-se as indentações no protetor bucal. A - Se não se usar o espaçador de mordida as indentações ainda evidenciam mais a anatomia dentária como se pode verificar na imagem do protetor bucal vermelho no canto inferior direito da figura. Nesse caso deverá ser utilizado um isolante no modelo inferior.



Figura 92: Retira-se o modelo com a placa e o molde de cobertura do granulado do recipiente do modelo.



Figura 93: Modelo de estudo com placa termoformada – aspeto no final da termoformação da terceira camada do Playsafe Heavy-Pro.



Figura 94: Corte grosseiro de excessos com tesoura especial.



Figura 95: Aspeto do protetor bucal após corte com a tesoura especial. A - Deve se colocar o protetor bucal no modelo para se avaliar e adaptar esse à área a ser protegida.



Figura 96: Adaptação na zona do freio labial com a broca diamantada crónica em peça-de-mão.



Figura 97: Polimento com a Lisko-S e pequenos ajustes do rebordo do protetor bucal, inclusivamente da zona dos freios.



Figura 98: Protetor bucal Playsafe Heavy-Pro após polimento com Lisko-S e Liskoid.



Figura 99: Protetor bucal Playsafe Heavy-Pro após polimento com Lisko-S e Liskoid. Etiqueta identificativa visível na zona palatina do protetor bucal.



Figura 100: Protetor bucal Playsafe Heavy-Pro após polimento com Lisko-S e Liskoid.



Figura 101: Queimador de ar quente da Erkodent® para acabamento e brilho do protetor bucal.

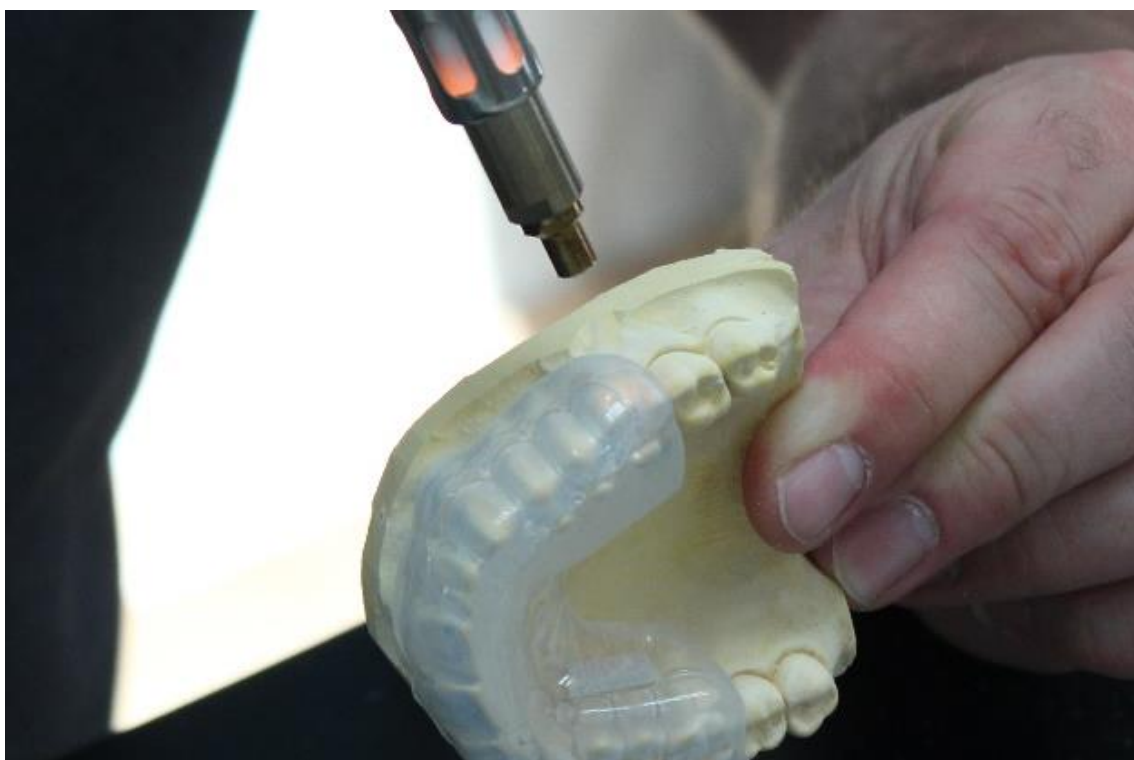


Figura 102: Acabamento e brilho do protetor bucal com o queimador de ar quente.



Figura 103: Aspeto final do protetor bucal Playsafe Heavy-Pro após acabamentos e brilho com o queimador de ar quente.



Figura 104: Etiqueta de customização. Podem ser adicionadas etiquetas personalizadas como esta aos protetores bucais.



Figura 105: Aquecimento da área a receber a etiqueta de customização como queimador de ar quente.

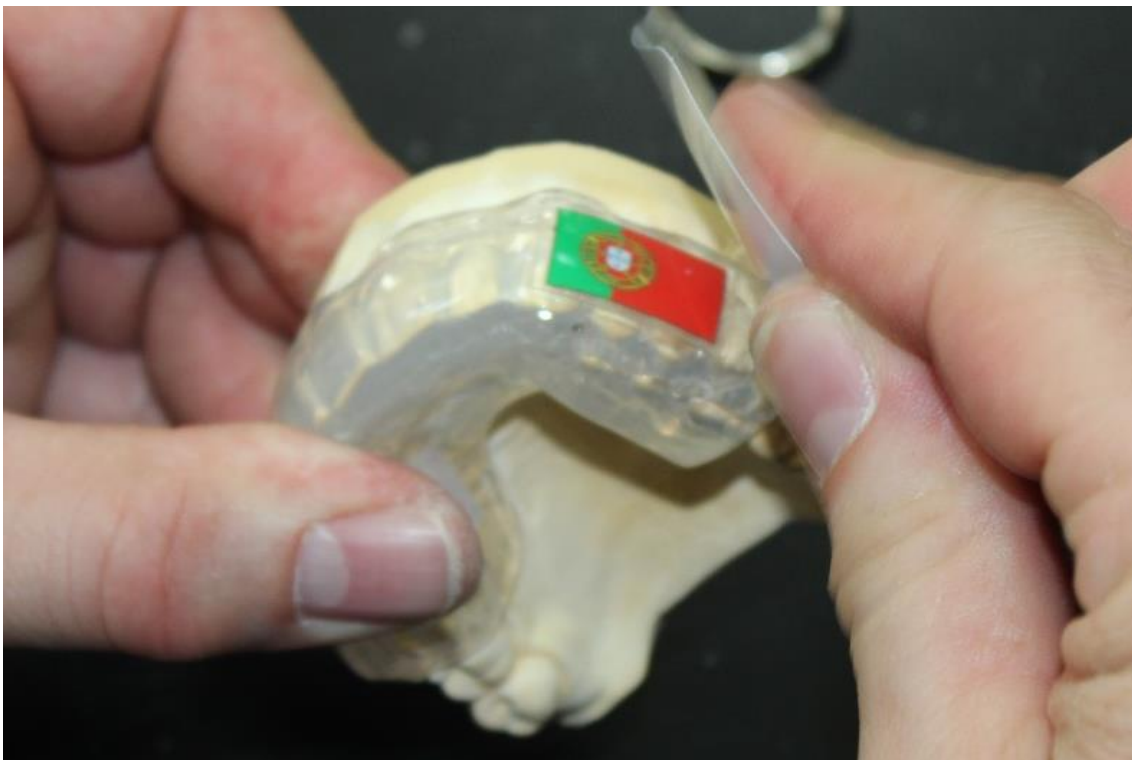


Figura 106: Colocação da etiqueta com ajuda de folhas FG. Fazem-se pressões curtas na etiqueta contra a zona aquecida.

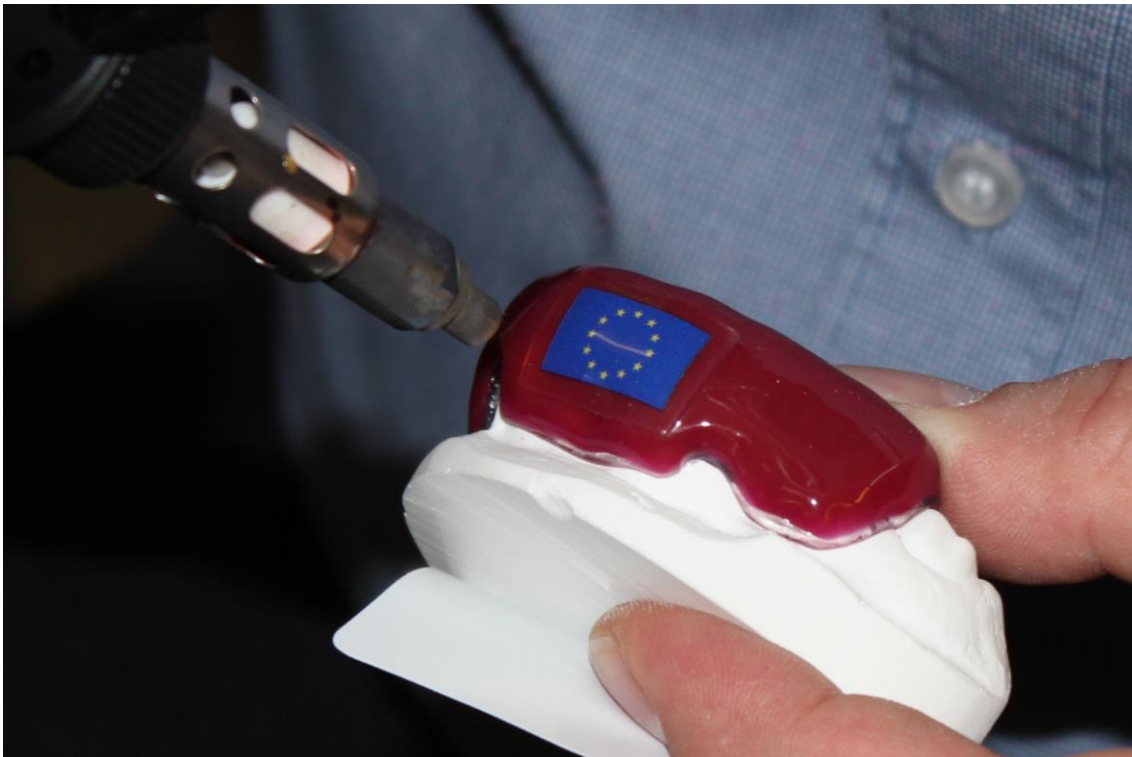


Figura 107: Aquecimento da etiqueta de customização para acabamento e brilho com o queimador de ar quente.



Figura 108: Etiqueta de customização colocada.



Figura 109: Remoção da folha de isolamento do protetor bucal. A -folha de isolamento num protetor bucal de cor.



Figura 110: Aspecto final do protetor bucal Playsafe Heavy-Pro.



Figura 111: Aspecto final do protetor bucal Playsafe Heavy-Pro.



Figura 112: Aspecto final do protetor bucal Playsafe Heavy-Pro.



Figura 113: Aspecto final do protetor bucal Playsafe Heavy-Pro.



Figura 114: Aspeto final do protetor bucal Playsafe Heavy-Pro.

Medições e tratamento de dados

A espessura dos protetores bucais foi medida com um picómetro em seis pontos: zona do bordo incisal do 11, zona vestibular do 11, cúspide mesio-vestibular do 16, zona vestibular do 16, palato anterior e palato posterior (figura 115-125).

Para a medição da zona incisal e oclusal, foi necessário cortar (figura 121 e 124) os protetores bucais de forma a que medição fosse possível. Nos protetores de uma e duas camadas usou-se tesoura, nos trilaminados foi utilizada a broca cónica em peça-de-mão (figura 126). Salienta-se, no entanto, que a zona cortada foi medida previamente visto também ser um dos pontos a medir.

Foram realizados três ensaios para cada um dos pontos a medir.

Os dados recolhidos foram analisados numa base de dados recorrendo ao software Excel 365 da Microsoft.



Figura 115: Protetores bucais em estudo e picómetro para medição das espessuras.



Figura 116: Operador a fazer a medição da espessura da zona vestibular anterior com picómetro.

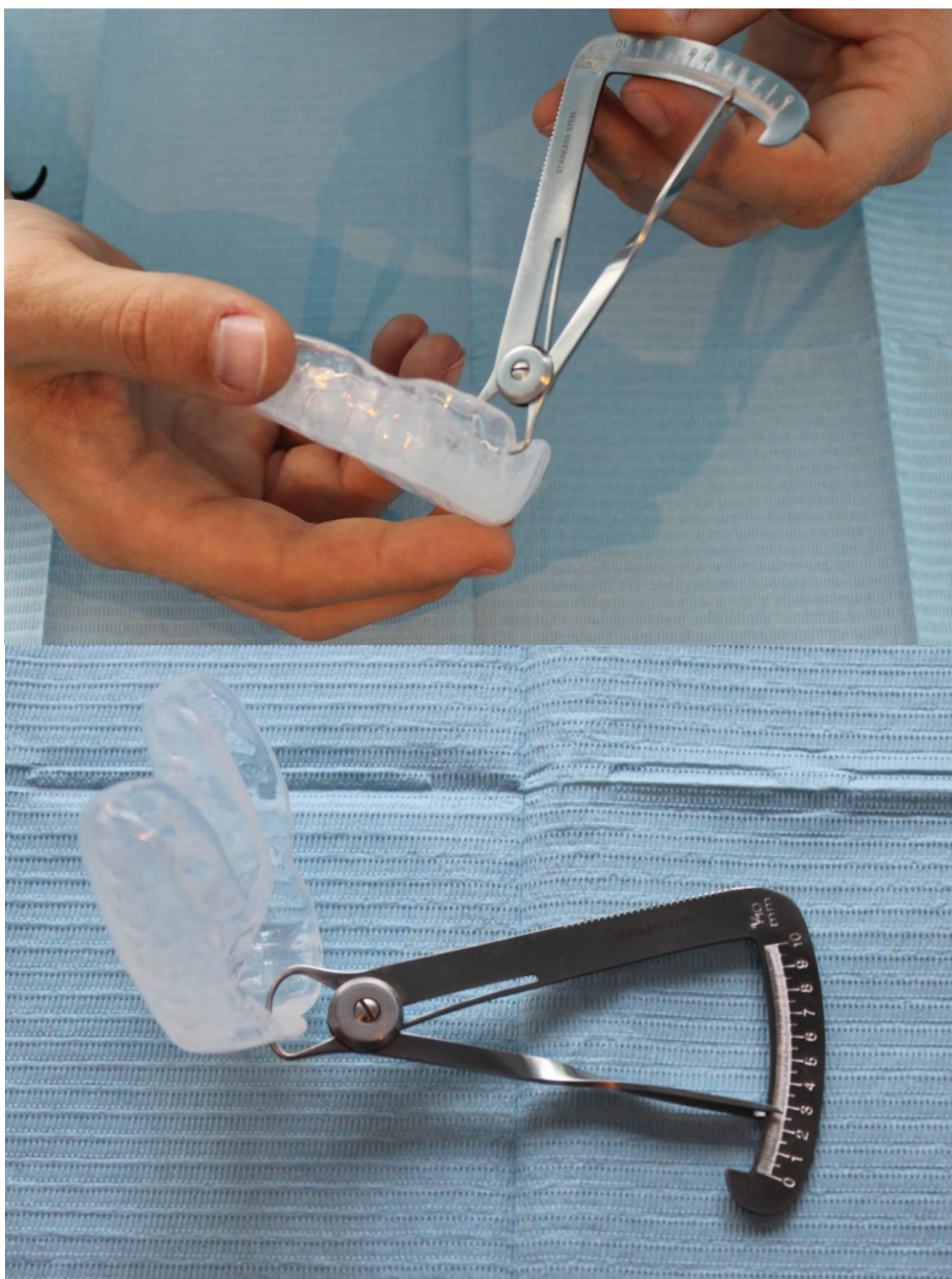


Figura 117: Medição da espessura da zona vestibular anterior com picômetro.

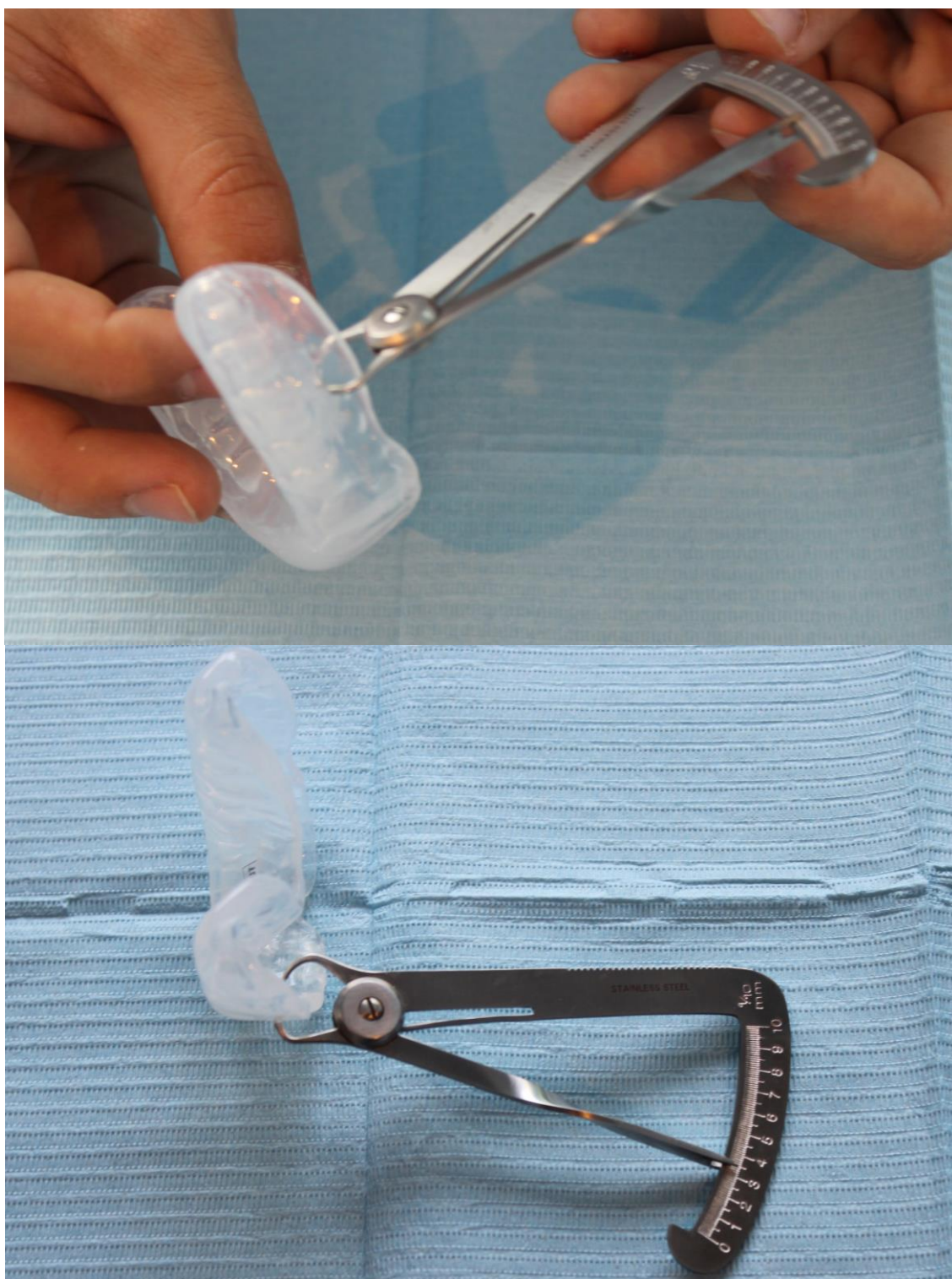


Figura 118: Medição da espessura da zona vestibular posterior com picômetro.



Figura 120: Medição da espessura da zona palatina posterior com picômetro.



Figura 119: Medição a espessura com picômetro da zona vestibular posterior.



Figura 122: Medição da espessura da zona incisal anterior com picômetro incapaz.



Figura 121: Corte com tesoura da zona vestibular anterior para ser possível a medição com picômetro da zona incisal



Figura 123: Medição da zona incisal anterior com picômetro.



Figura 124: Corte com tesoura da zona vestibular posterior para ser possível a medição com picômetro da zona oclusal.



Figura 125: Medição da zona oclusal posterior com picómetro.



Figura 126: Corte com broca cónica em peça-de-mão da zona vestibular anterior para ser possível a medição com picómetro da zona incisal.

Resultados

Após as medições e análise das mesmas chegou-se aos resultados apresentados na tabela 1 e nos gráficos seguintes.

Tabela 1 – Tabela estatística da espessura dos protetores bucais confeccionados nas diferentes máquinas de termoformação, incluindo valor inicial, valor medido nos pontos incisal, oclusal posterior, vestibular posterior, palatino anterior, palatino posterior, média, máximo, mínimo, diferença média e % diferença média.

	Espessura (mm)											
Protetor bucal		Incis al 11	Oclusal MV 16	Vestibular anterior 11	Vestibular posterior 16	Palatina anterior	Palatina posterior	Méd	Máx	Mín	Dif Média % Dif	
	Inicial											
Pro-form 4mm	4	2	3,5	2,1	2,5	2,5	2,6	2,53	3,5	2	1,47	36,67
Pro-form 4+2mm	6	4	4,5	3	3,5	3,5	4	3,75	4,5	3	2,25	37,50
Ministar S 4mm	4	1,8	1,8	2	1,9	2,4	2,2	2,02	2,4	1,8	1,98	49,58
Ministar S 4+2mm	6	3,5	3,1	2,5	3	3,5	3	3,1	3,5	2,5	2,9	48,33
Erkoform 3d-motion 4mm	4	2	2	1,5	2,1	2,1	2,1	1,97	2,1	1,5	2,03	50,83
Erkoform 3d-motion 4+2mm	6	4	4,1	3	2,9	3,5	3,2	3,45	4,1	2,9	2,55	42,50
Erkoform 3d-motion 4+2mm COR	6	3,5	3,5	2,6	3,1	3,6	3,5	3,3	3,6	2,6	2,7	45,00
Erkoform 3d-motion Heavy-Pro 6,8mm	6,8	4,6	3,2	3	3	3,8	3,8	3,57	4,6	3	3,23	47,54
Erkoform 3d-motion Triple 5,5mm	5,5	3	2,6	2,7	2,5	3,8	4	3,1	4	2,5	2,4	43,64

Da análise da tabela 1, assim como do gráfico 1, verifica-se que todos os protetores bucais apresentaram redução da sua espessura inicial após a termoformação. A maior espessura encontrada foi de 4,6mm no ponto incisal do protetor bucal Playsafe Heavy-Pro confeccionado por termoformação a vácuo na máquina Erkoform3d-motion. A menor

foi de 1,5 mm no ponto vestibular anterior do protetor bucal confeccionado a partir de uma placa de EVA de 4mm na máquina de termoformação a vácuo Erkoform3d-motion.

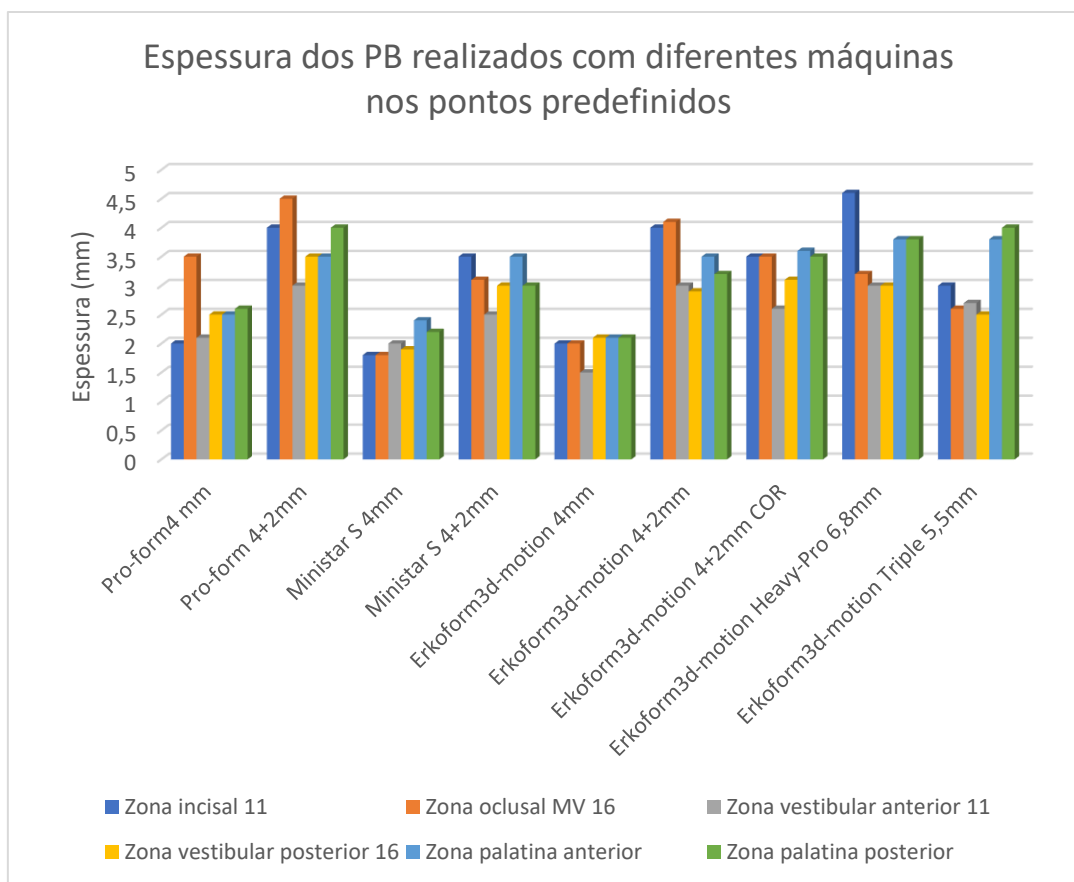
Avaliando a taxa da média de diminuição de espessura por protetor bucal (% Dif na tabela 1), conferimos que o protetor bucal que apresentou maior redução média da sua espessura foi o de apenas uma placa de 4mm, confeccionado na máquina de termoformação a vácuo Erkoform3d-motion que reduziu a sua espessura em 50,83%.

No sentido inverso, o protetor bucal que apresentou menor redução da sua espessura foi o realizado na máquina de termoformação a vácuo Pro-form a partir de uma placa de 4 mm, reduziu a sua espessura 36,67%. Analisando o protetor bilaminado realizado na mesma máquina este apresentou uma redução de espessura muito próxima do primeiro, 37,50%, tornando a máquina de termoformação a vácuo Pro-form a que apresentou menor redução de espessura após o processo de termoformação. Diminuição média da espessura em 37,08%.

Analisando a taxa de diminuição da espessura dos protetores bucais confeccionados na máquina de termoformação por pressão Ministar S da Scheu®, estes também apresentaram valores muito próximos, 49,58% e 48,33%, para o confeccionado a partir de uma lâmina de 4 mm e para o de 4 mm + 2 mm, respectivamente. Diminuição média da espessura em 48,96%.

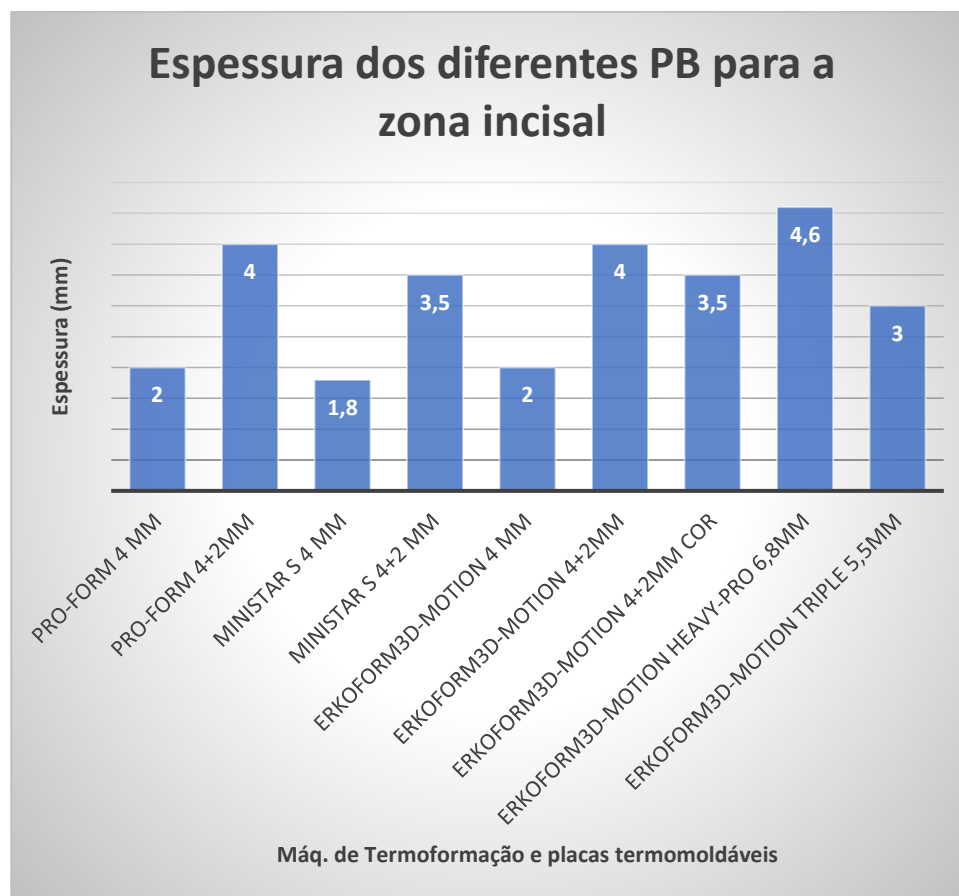
Da análise da taxa de diminuição de espessura dos protetores bucais confeccionados na máquina de termoformação a vácuo Erkoform3d-motion, verifica-se uma maior discrepância entre a taxa de diminuição de espessura dos diferentes protetores bucais após a termoformação a vácuo, que variou entre os 42,50% e os 50,83% já mencionados anteriormente. Diminuição média da espessura em 45,90%.

Gráfico 1 - Espessura em pontos específicos dos protetores bucais realizados com diferentes máquinas de termoformação.



Espessura por pontos de interesse

Gráfico 2 - Espessura dos diferentes protetores bucais na zona incisal do dente 11.



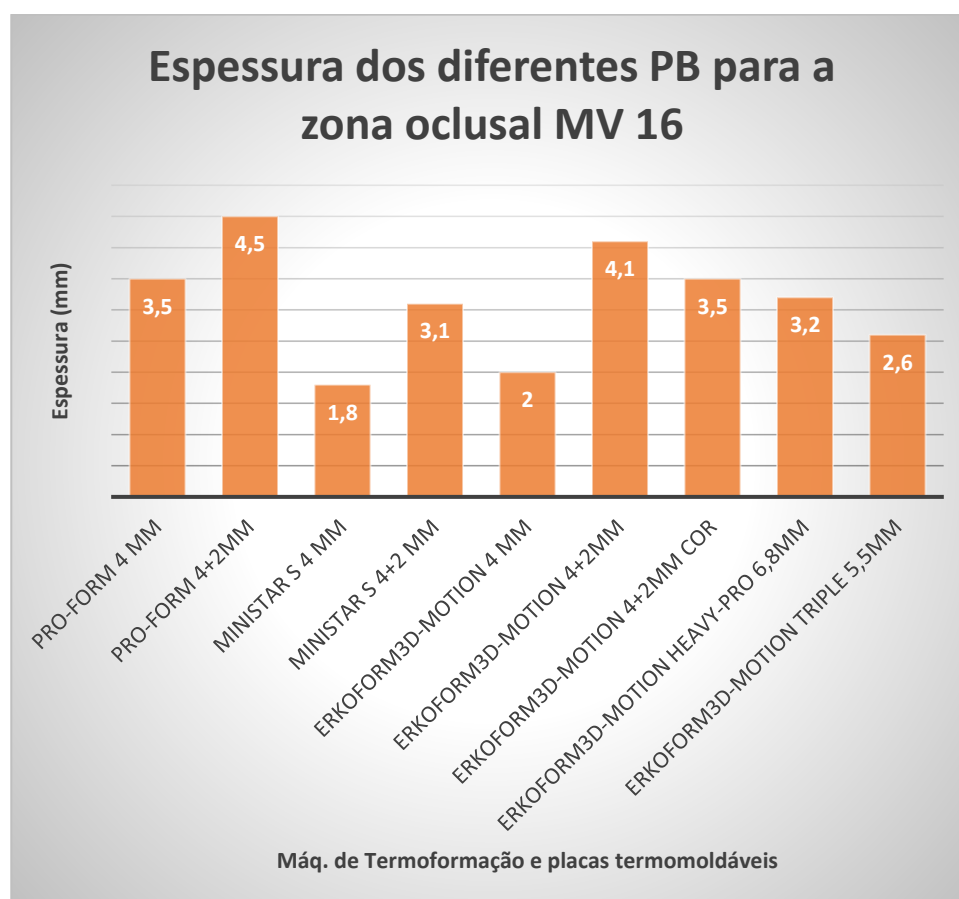
Analisando apenas a espessura na zona incisal de todos os protetores confeccionados (gráfico 2), verifica-se que, para os protetores realizados com lâminas de 4mm de espessura, os realizados na máquina Ministar S foram os que apresentaram a maior diminuição de espessura, 2,2mm, 55,00%, enquanto que os das outras duas máquinas apresentaram ambos 2mm de perda de espessura, 50,00% da espessura inicial.

No caso dos protetores realizados com lâminas de espessura total 6mm, o da máquina Ministar S volta a ser a que apresenta menor espessura, a par do da Erkoform3d-motion com lâminas coloridas, ambos apresentam uma diminuição de 2,5mm de espessura, 41,66%, da espessura inicial. Os protetores bucais da máquina Pro-form e da Erkoform viram a sua espessura diminuir 2mm, um terço ($\approx 33,33\%$) da espessura inicial.

O protetor bucal Playsafe Triple, viu a sua espessura diminuir 2,5mm, 45,45%, enquanto que o protetor Playsafe Heavy-Pro foi de todos o que apresentou a menor perda percentual de espessura, sofreu uma diminuição de 2,2mm, $\approx 32,35\%$.

O protetor da Ministar S realizado com uma lâmina de 4mm foi de todos o que apresentou maior percentagem de diminuição de espessura no ponto incisal.

Gráfico 3 - Espessura dos diferentes protetores bucais na zona oclusal da cúspide mesio-vestibular do dente 16.



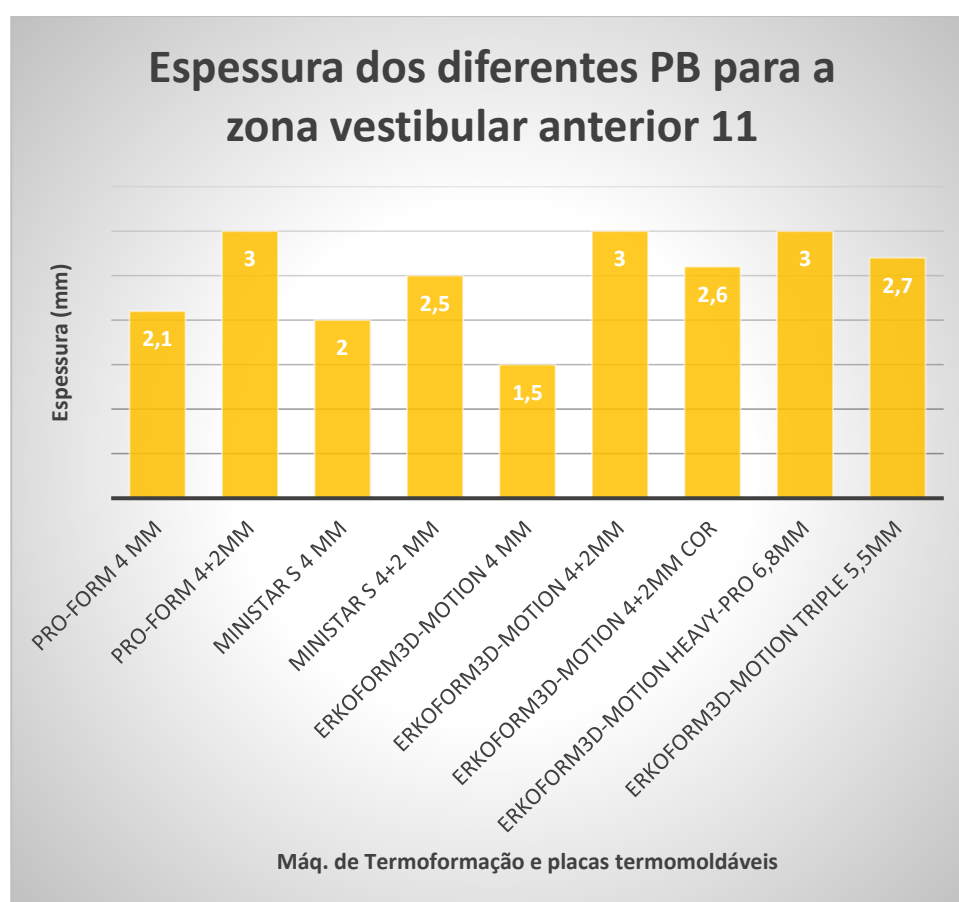
Se fizermos uma análise análoga para a espessura na zona oclusal posterior (gráfico 3), mais concretamente na cúspide méso vestibular do dente 16, para as placas de 4mm, podemos concluir novamente que a Ministar S foi a máquina com maior perda de espessura, 2,2mm, 55,00%, tal como no ponto anterior. Na Erkoform3d-motiom verificou-se o mesmo, uma perda de estrutura igual à zona incisal, 2mm, 50,00%. Neste ponto, a máquina Pro-form apresentou uma ligeira diminuição de espessura, de apenas 0,5mm, 12,50%.

Nos protetores confeccionados com lâminas totais de 6mm, a Ministar S volta a ser a máquina com maior perda de espessura, 2,9mm, $\approx 48,33\%$, tal como a Pro-form com a menor perda de espessura, 1,5mm, 25%. A Erkoform3d-motion apresentou uma perda de 1,9mm (31,66%) e 2,5mm (41,66%), para a lâmina transparente e para a colorida, respetivamente.

O protetor Playsafe Heavy-Pro e o Playsafe Triple tiveram uma diminuição de espessura muito semelhante, 3,6mm, 52,94% e 2,9mm, 52,73%, respectivamente. Ambos confeccionados pela máquina Erkoform3d-motion.

No ponto oclusal posterior, o protetor Playsafe Heavy-Pro confeccionada na máquina Erkoform3d-motion foi o que apresentou maior perda percentual de espessura, enquanto que o protetor bucal de uma camada confeccionado na Pro-form foi o que apresentou menor perda de espessura.

Gráfico 4 - Espessura dos diferentes protetores bucais na zona vestibular anterior do dente 11.



No caso do ponto vestibular anterior (gráfico 4), para as placas de 4mm, a máquina Erkoform3d-motion foi a que apresentou maior diminuição de espessura, 2,5mm (62,50%) enquanto que a Ministar S e Pro-form tiveram diminuições semelhantes, de 2mm (50,00%) e 1,9mm (47,50%), respectivamente.

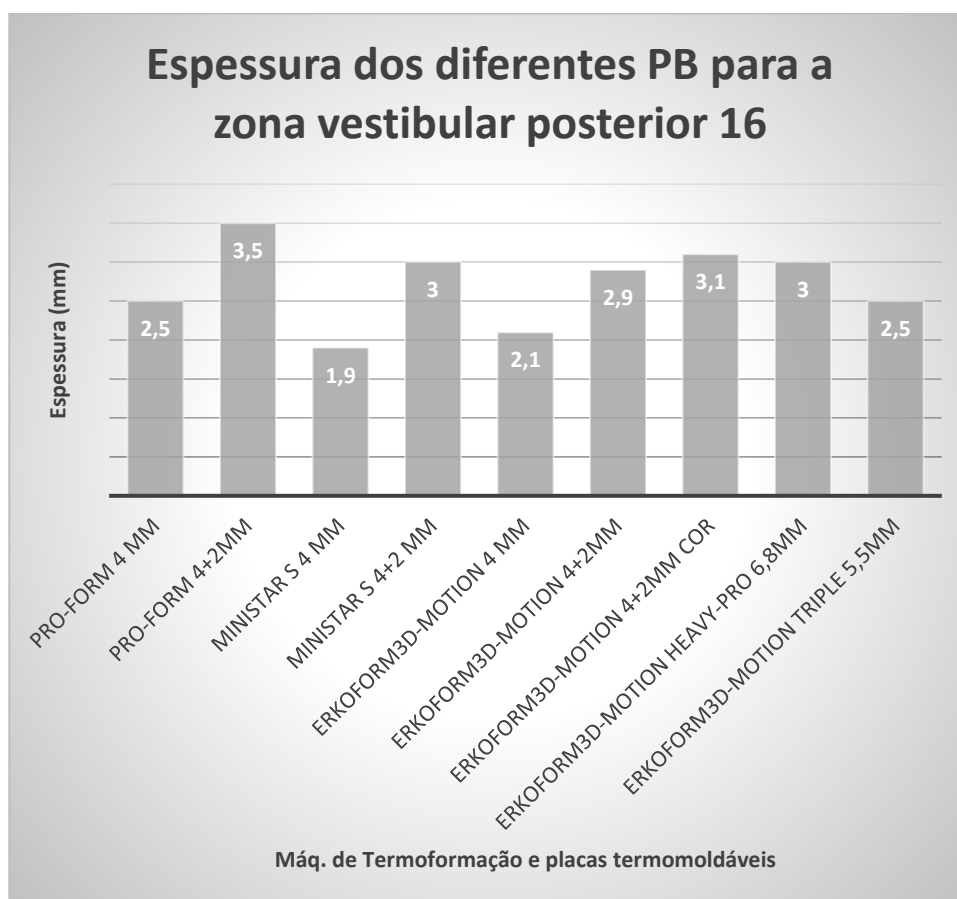
Para os protetores confeccionados com lâminas totais de 6mm, os realizados na Ministar S e Erkoform3d-motion com lâminas de cor foram os que apresentaram maior diminuição de espessura, 3,5mm (58,33%) e 3,4mm (56,66%), respectivamente. Enquanto

que os da Pro-form e Erkoform-3d-motion apresentaram ambos uma redução de 3mm, 50%.

O protetor Playsafe Heavy-Pro reduziu 3,8mm (55,88%) e o Playsafe Triple 2,8mm (50,91%).

Na zona vestibular anterior, o protetor de uma camada 4mm termoformado na máquina Erkoform3d-motion foi o que apresentou maior redução de espessura enquanto que o de uma camada realizado na Pro-form foi o que apresentou menor redução da espessura.

Gráfico 5 - Espessura dos diferentes protetores bucais na zona vestibular posterior do dente 16.



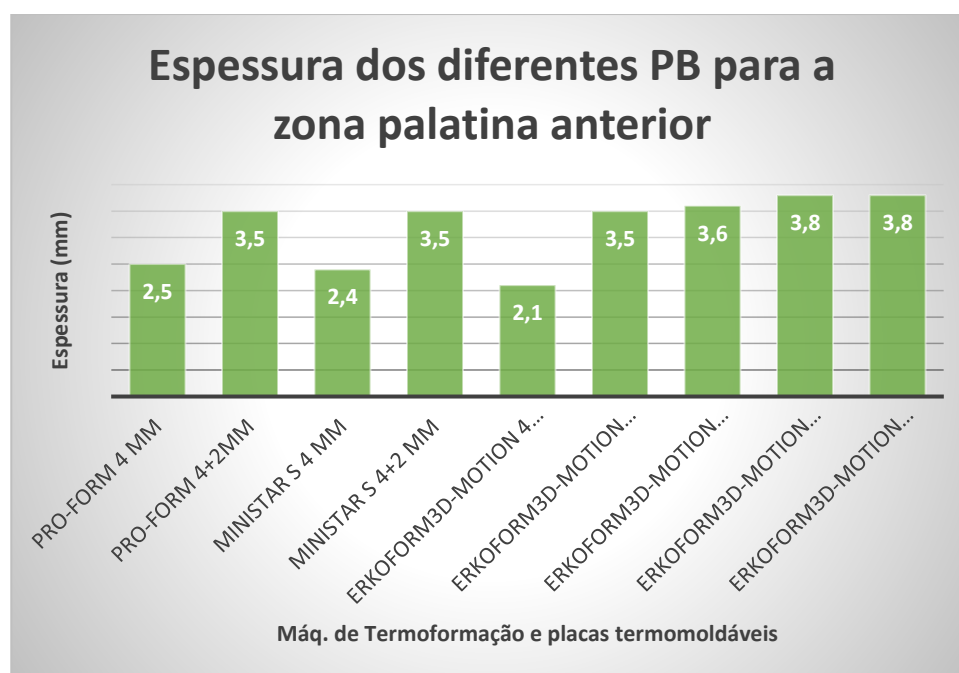
Analisando agora a redução de espessura na zona vestibular posterior (gráfico 5), do dente 16, para as placas de 4mm, o protetor que apresentou maior redução de espessura foi o termoformado na Ministar S, com uma redução de 2,1mm (52,50%), seguido do da Erkoform3d-motion que diminui 1,9mm (47,50%). O protetor da Pro-form reduziu 1,5mm (37,50%), o que menos espessura perdeu.

Dentro dos protetores de duas camadas, o da Pro-form foi o que apresentou menor perda de espessura, 2,5mm, (41,66%) enquanto que os outros três apresentaram uma redução de espessura muito semelhante a rondar os 50,00%.

Nos trilaminados, a redução percentual também foi muito semelhante, o Playsafe Heavy-Pro reduziu 3,8mm (55,88%) e o Playsafe Triple 3mm (54,55%).

De todos os protetores o de uma camada termoformada na máquina Pro-form foi o que apresentou a menor redução, tendo os outros protetores apresentado uma redução relativamente semelhante, entre os 47,00% e os 55%.

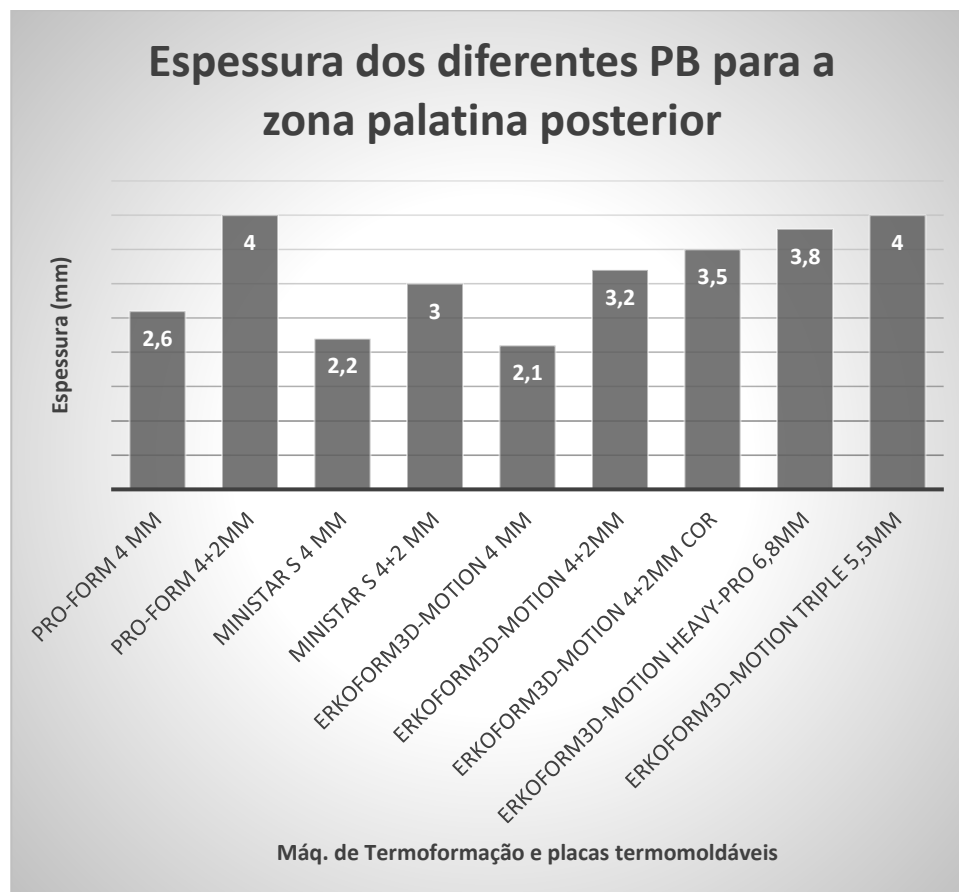
Gráfico 6 - Espessura dos diferentes protetores bucais na zona palatina anterior.



Analisando o gráfico 6 com as espessuras medidas no ponto palatino anterior predeterminado, podemos verificar várias espessuras semelhantes. Na análise dos três protetores de uma camada, a redução é semelhante entre o protetor da máquina Pro-form, 1,5mm (37,50%), e o da Ministar S, 1,6mm (40,00%). O da Erkoform3d-motion apresentou uma maior redução, 1,9mm (47,50%)

No caso dos protetores multilaminados, os de duas camadas apresentaram todos a mesma redução de espessura, 2,5mm (41,66%), enquanto que os trilaminados, apesar de apresentarem a mesma espessura, a espessura inicial é diferente entre eles, o que resulta numa redução de espessura diferenciada, nomeadamente de 3mm (44,11%) para o Playsafe Heavy-Pro e de 1,7mm (30,91%) para o Playsafe Triple.

Gráfico 7 - Espessura dos diferentes protetores bucais na zona palatina posterior.



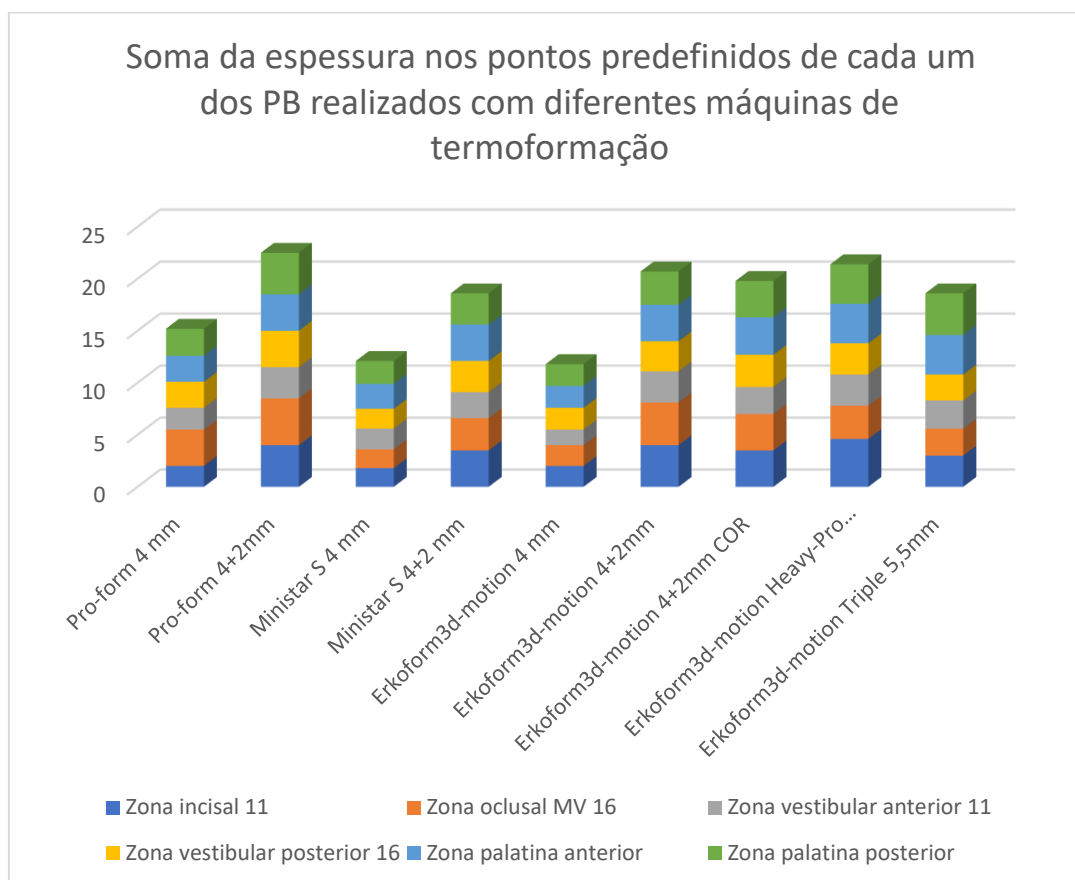
Por último, da análise do gráfico 7 verifica-se que para os protetores de camada única o que apresentou maior redução de espessura foi o da Erkoform3d-motion, 1,9mm (47,50%), seguido do da Ministar S com uma redução de 1,8mm (45,00%). O protetor da Pro-form foi o que menos reduziu a sua espessura, diminuiu 1,4mm (35%).

Para os protetores bucais bilaminados, o da Ministar S foi o que apresentou maior redução de espessura, 3mm, 50,00%. Enquanto que os da Erkoform3d-motion apresentaram uma redução de 2,8mm, 46,66% para o protetor de lâmina transparente e 2,5mm, 41,66% para o protetor bucal de cor. O protetor realizado na máquina Pro-form foi o que apresentou menor redução de espessura, 2mm, equivalente a um terço da espessura inicial. Nos protetores trilaminados, a redução foi de 3mm (44,11%) para o Playsafe Heavy-Pro e de 1,5mm (27,27%) para o Playsafe Triple.

Este último foi o que apresentou menor redução no ponto de medição em estudo. O da Erkoform3d-motion de uma camada foi o que apresentou maior redução de espessura.

Espessura por protetor bucal e máquina de termoformação

Gráfico 8 - Gráfico de colunas empilhadas da espessura em pontos específicos dos protetores bucais realizados com diferentes máquinas de termoformação.

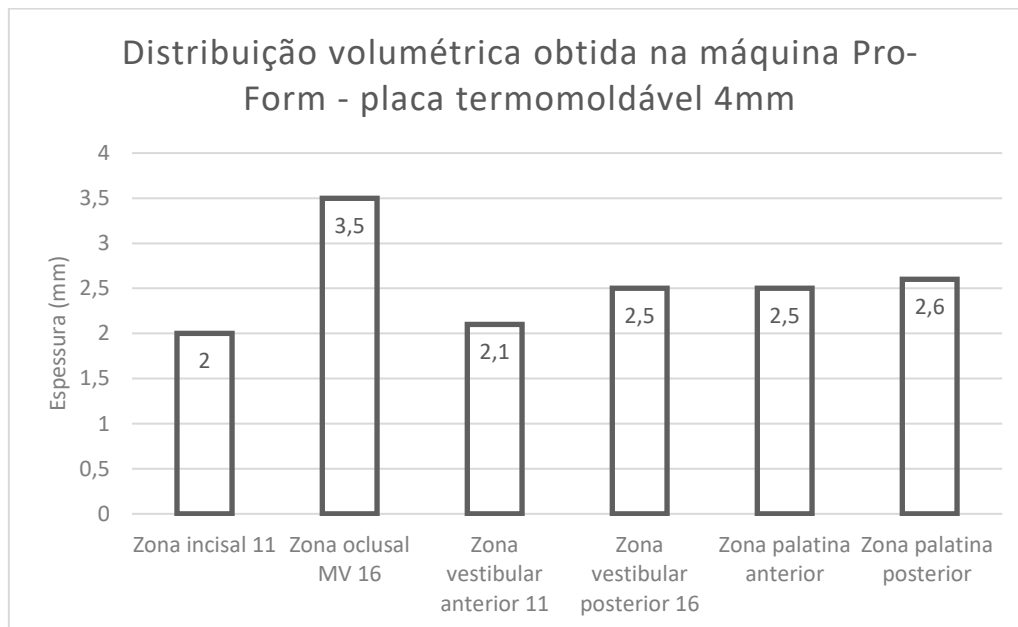


Com o gráfico de colunas empilhadas (gráfico 8) é possível notar facilmente, que comparando com protetores confeccionados com a mesma espessura de placas, as colunas dos termoformados na unidade Pro-form são as maiores, o que indica numa análise qualitativa que no total estes protetores eram mais espessos do que os seus homólogos confeccionados nas outras máquinas de termoformação. Atentando no protetor bucal bilaminado confeccionado pela máquina Pro-form, podemos afirmar que no geral foi o protetor bucal mais espesso. No sentido inverso, o protetor bucal de uma camada de 4 mm confeccionado pela máquina Erkoform3d-motion é o que apresenta menor espessura no total.

Análise da espessura de cada protetor bucal nos diferentes pontos.

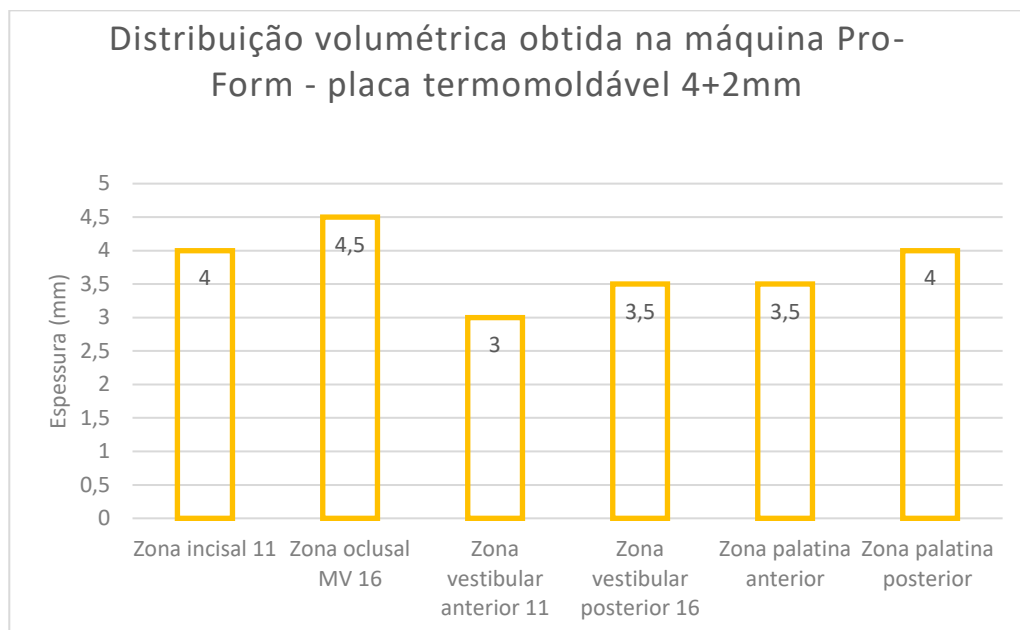
Pro-form

Gráfico 9 - Distribuição volumétrica obtida na máquina Pro-form para a placa termomoldável de 4mm



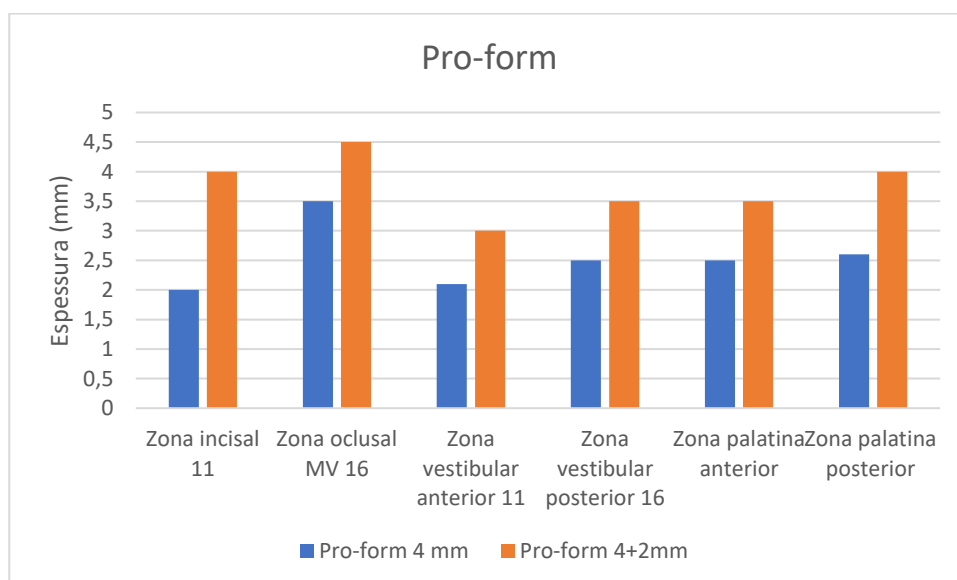
Analisando a distribuição volumétrica obtida no protetor bucal confeccionado na máquina de termoformação a vácuo Pro-form a partir de uma placa EVA de 4mm de espessura (gráfico 9), é possível verificar que o ponto que sofreu maior diminuição de espessura foi na zona incisal, 50,00% de redução da espessura, seguida da zona vestibular que reduziu praticamente o mesmo, 47,50%, enquanto que a zona oclusal posterior foi a que sofreu menor redução da espessura, 12,50%. É ainda possível verificar que a zona vestibular posterior e ambas as zonas palatinas sofreram alterações semelhantes de espessura.

Gráfico 10 - Distribuição volumétrica obtida na máquina Pro-form para a placa termomoldável de 4+2mm



Analisando a distribuição volumétrica obtida no protetor bucal confeccionado na máquina de termoformação a vácuo Pro-form a partir de uma placa EVA de 4+2mm de espessura (gráfico 10), a zona vestibular anterior foi a que apresentou maior redução de espessura, 50,00%, enquanto que a zona oclusal posterior foi a que menor perda de espessura apresentou, 25,00%.

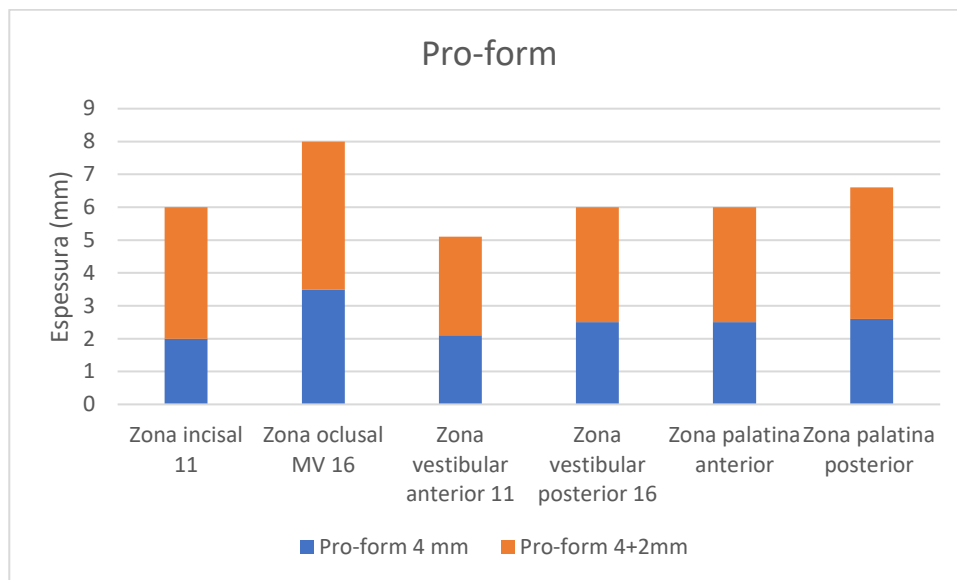
Gráfico 11 - Distribuição volumétrica obtida nos protetores bucais confeccionados na máquina de termoformação a vácuo Pro-form.



Comparando a distribuição volumétrica nos pontos em estudo em ambos os protetores confeccionados na máquina de termoformação a vácuo Pro-form (gráfico 11) podemos afirmar que a sua distribuição foi bastante semelhante, com exceção da zona

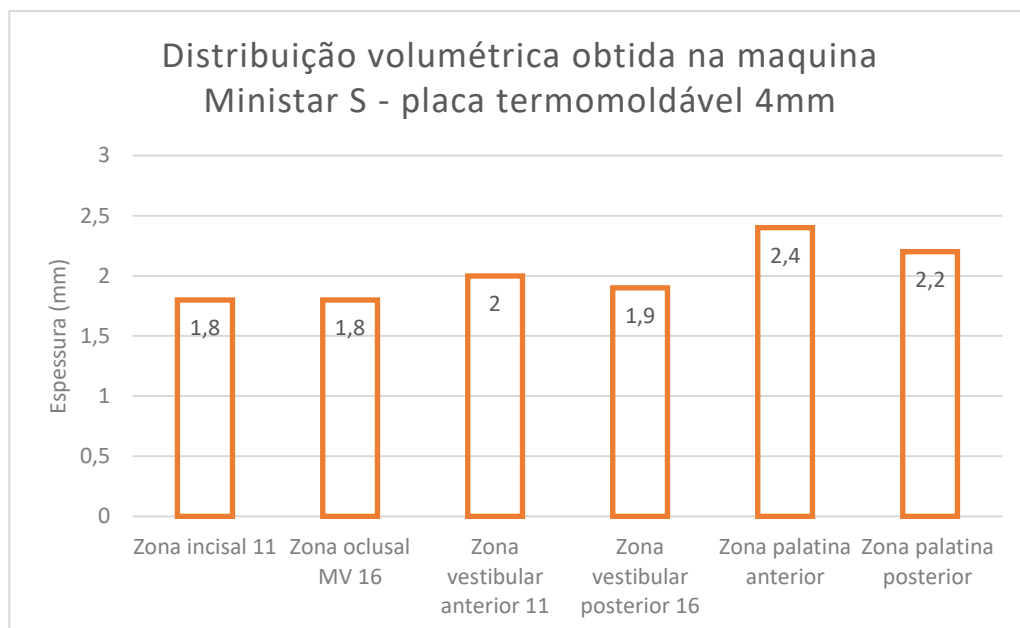
incisal, em que no caso do protetor de uma camada é que apresenta maior perda de espessura. Enquanto que no bilaminado foi um dos que maior espessura apresenta.

Gráfico 12 – Gráfico de colunas empilhadas da espessura nos diferentes pontos dos protetores termoformados na máquina de termoformação a vácuo Pro-form.



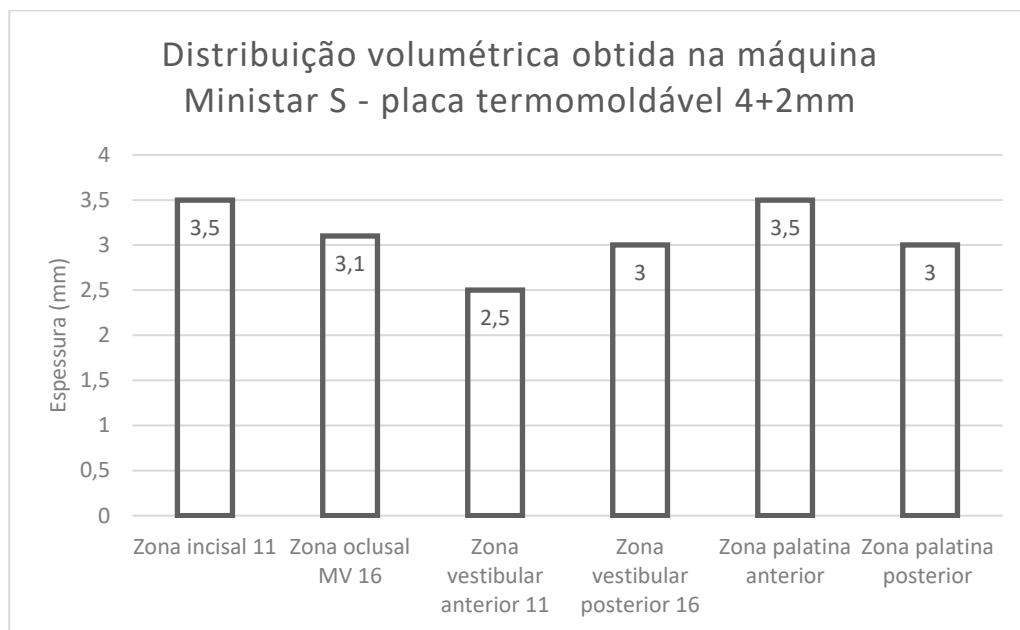
Do gráfico 12 pode-se afirmar que para os protetores bucais confeccionados na máquina de termoformação a vácuo Pro-form, o ponto oclusal posterior na cúspide mesio vestibular foi o que apresentou maior espessura em média, enquanto que o ponto vestibular anterior o que apresentou, em média, menor espessura. Nos outros pontos a espessura média foi mais ou menos constante.

Gráfico 13 - Distribuição volumétrica obtida na máquina Ministar S para a placa termomoldável de 4mm



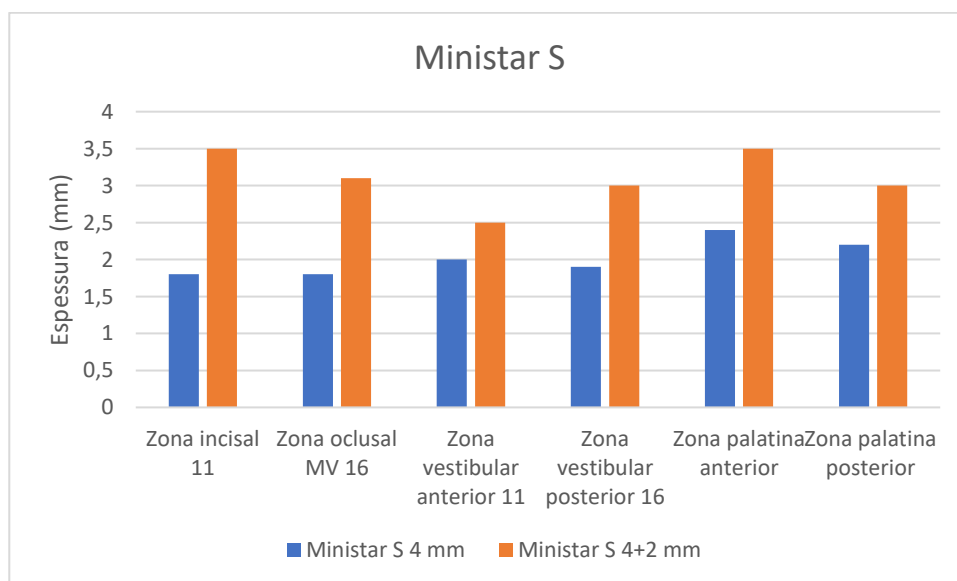
Da análise do gráfico 13, que representa a distribuição volumétrica obtida para um protetor bucal realizado a partir de uma placa termomoldável de 4mm na máquina de termoformação por pressão Ministar S, podemos concluir que as zonas do plano oclusal foram as que apresentaram maior perda de espessura, nomeadamente a zona incisal e a zona oclusal posterior, ambas com perdas de 2,2mm, 55% de espessura. A zona palatina anterior foi a que apresentou menor perda de espessura 1,6mm, 37,50%. As zonas vestibulares apresentaram perdas de estrutura quase idênticas, de 2mm (50,00%) e 2,1mm (52,50%), anterior e posterior respetivamente. A zona palatina posterior também apresentou uma diminuição de espessura próxima da encontrada na zona palatina anterior, de 1,8mm (45,00%)

Gráfico 14 - Distribuição volumétrica obtida na máquina Ministar S para a placa termomoldável de 4+2mm



No caso do protetor bucal termoformado por pressão na Ministar S com dupla camada de 4mm + 2mm, o gráfico 14 mostra que a zona vestibular anterior foi a que apresentou maior perda de espessura, 3,5mm, 58,33%. A que apresentou menor perda de espessura, foi a zona incisal e a zona palatina anterior, que em ambas foi de 2,5mm, 41,66%. As outras três zonas apresentaram perdas semelhantes de 3 mm (50,00%) na zona palatina e vestibular posterior e 2,9mm (48,33%) na zona oclusal posterior.

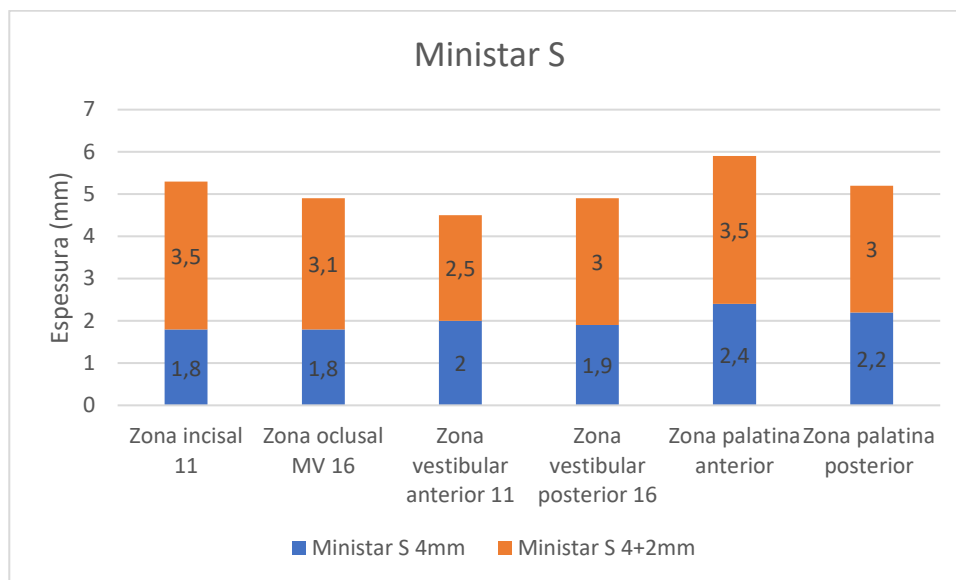
Gráfico 15 - Distribuição volumétrica obtida nos protetores bucais confeccionados na máquina de termoformação por pressão Ministar S.



Comparando ambos os protetores confeccionados na máquina de termoformação por pressão Ministar S (gráfico 15) podemos afirmar que a perda máxima de espessura

foi de 50,00% e a mínima de 12,50%, sendo a zona oclusal posterior em ambos os protetores bucais a zona que apresentou menor diminuição de espessura. A zona vestibular posterior e a zona palatina anterior apresentaram em ambos os protetores bucais redução de espessura igual.

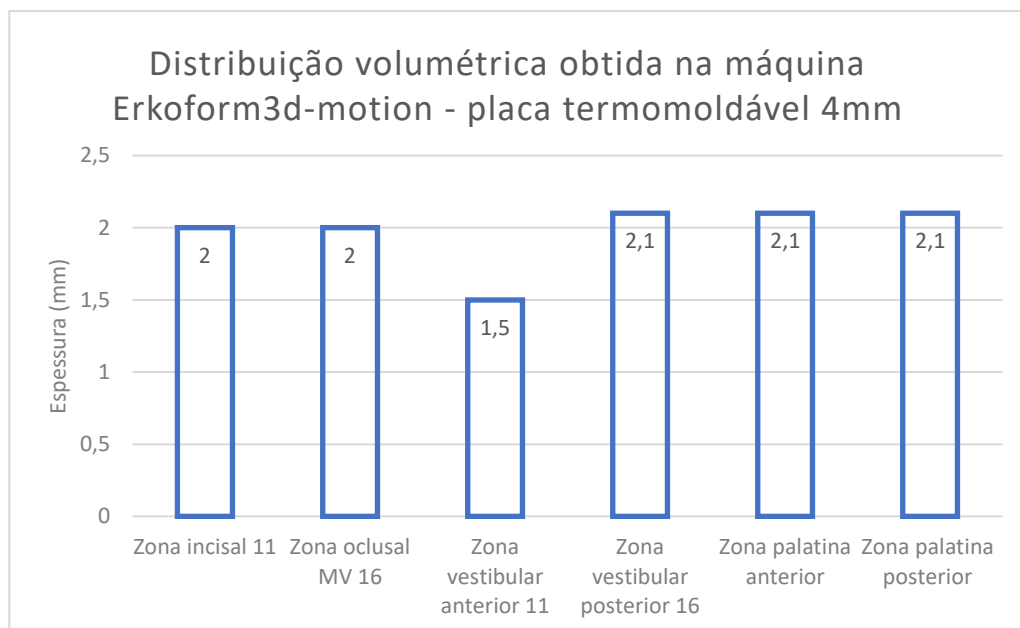
Gráfico 16 - Gráfico de colunas empilhadas da espessura nos diferentes pontos dos protetores termoformados na máquina de termoformação por pressão Ministar S.



O gráfico 16 é um gráfico de colunas empilhadas com as espessuras obtidas nos diferentes pontos para os protetores bucais realizados com a máquina de termoformação por pressão Ministar S o que permite comparar a espessura média obtida em cada ponto, e verifica-se que o ponto na zona palatina anterior foi o com maior espessura para esta máquina, enquanto que o ponto na zona vestibular anterior foi o que apresentou menor espessura. De uma forma geral, a espessura para os protetores realizados com esta máquina foi mais ou menos constante, com a maior diferença entre a espessura no mesmo protetor bucal a ser de 1 mm.

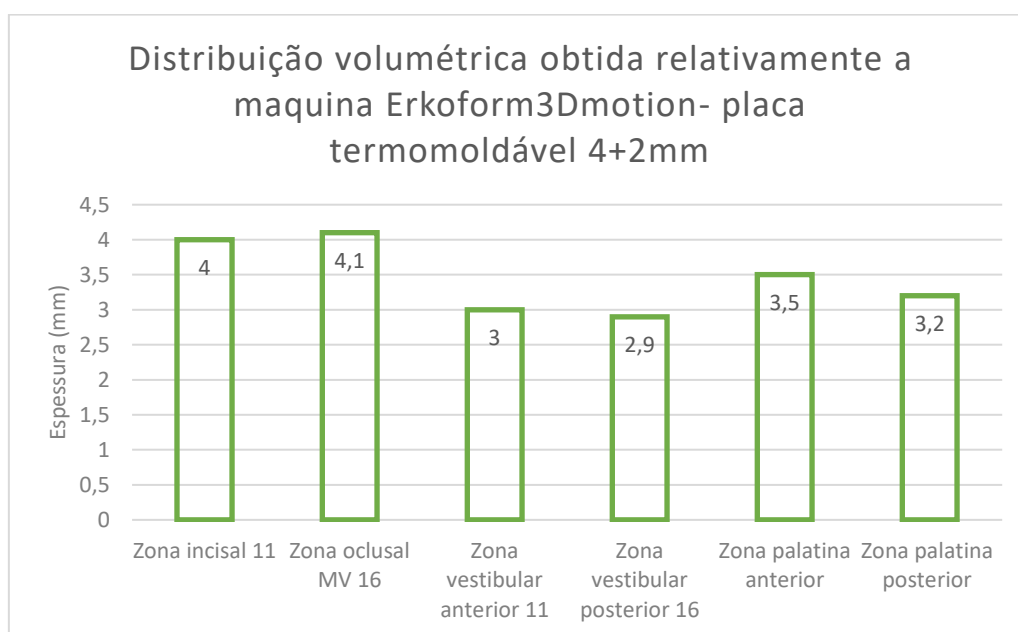
Erkoform3d-motion

Gráfico 17 - Distribuição volumétrica obtida na máquina Erkoform3d-motion para a placa termomoldável de 4mm



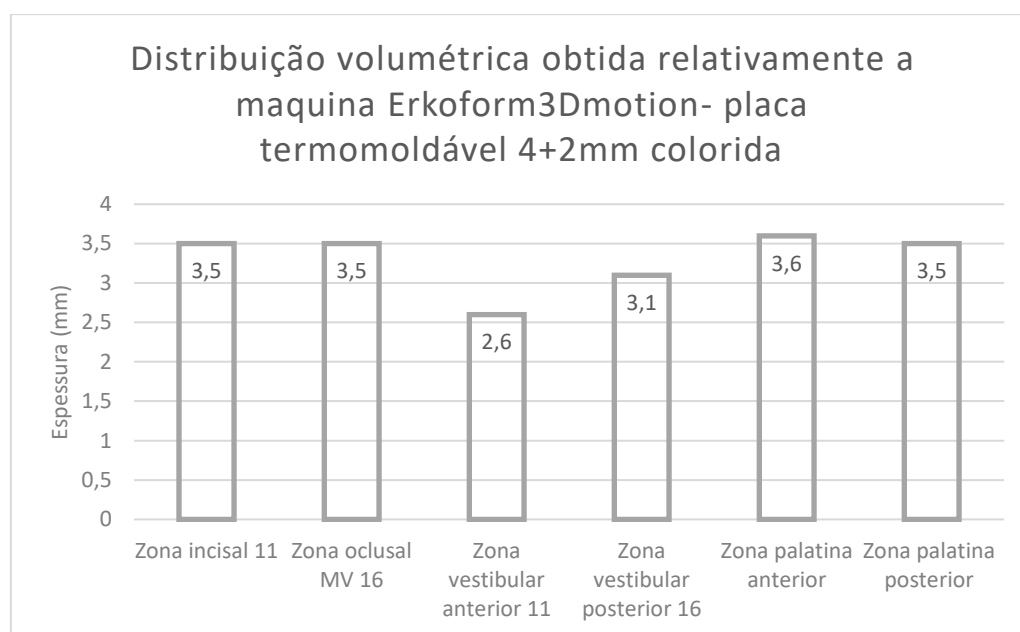
O gráfico 17 mostra que no protetor bucal confeccionado de uma placa de EVA de 4 mm na Erkoform3d-motion, a espessura foi quase constante, com exceção da zona vestibular anterior, onde a perda de espessura foi maior, de 2,5 mm, 62,50%, quanto que nas outras zonas foi de 1,9 mm (47,50%) e 2 mm (50,00%).

Gráfico 18 - Distribuição volumétrica obtida na máquina Erkoform3d-motion para a placa termomoldável de 4mm+2mm



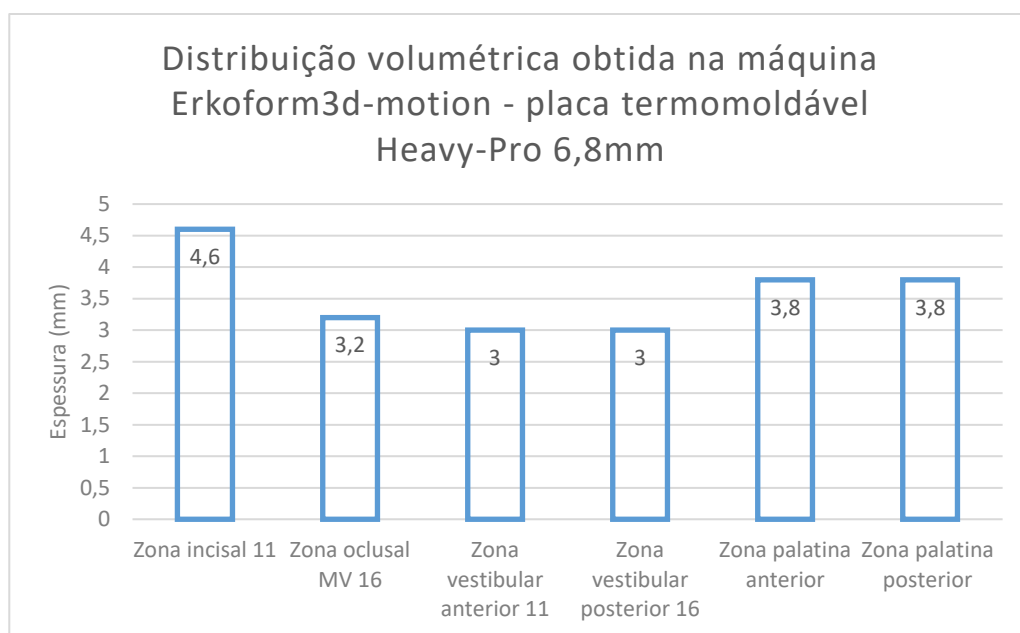
No caso do protetor bucal bilaminado confeccionado com placas de EVA de 4mm e 2 mm na Erkoform3d-motion (gráfico 18), a zona vestibular foi a zona onde houve maior perda de espessura, nomeadamente na zona vestibular posterior, 3,1 mm (51,66%), e 3 mm (50,00%) na zona vestibular anterior. Nas zonas oclusais foi onde houve menor diminuição da espessura, 1,9 mm (31,66%) na zona oclusal posterior e 2 mm (33,33%) na zona oclusal superior.

Gráfico 19 - Distribuição volumétrica obtida na máquina Erkoform3d-motion para a placa termomoldável de 4mm+2mm colorida



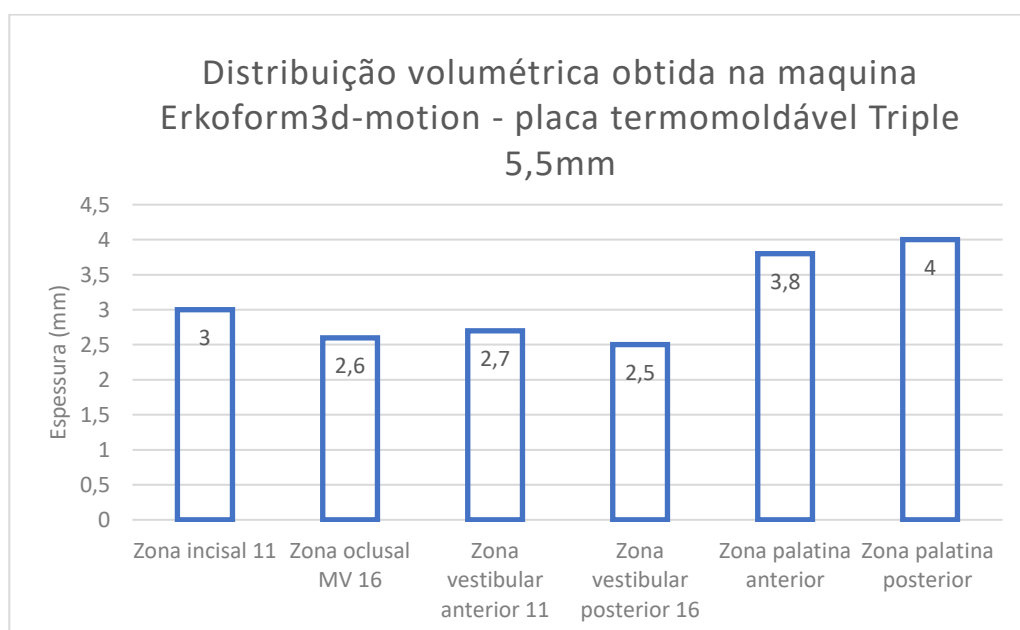
No caso do protetor bucal bilaminado confeccionado com placas de EVA coloridas de 4 mm e 2 mm na Erkoform3d-motion (gráfico 19), a zona vestibular anterior destacou-se pela maior perda de espessura 3,4 mm (56,66%), assim como a zona vestibular posterior perdeu 2,9 mm (48,33%) de espessura, comparando com as outras zonas onde foram quase constantes, com as zonas incisal, oclusal e palatina posterior a apresentarem uma perda de 2,5 mm (41,66%), enquanto que a zona palatina anterior foi a que apresentou menor redução de espessura, 2,4 mm (40,00%).

Gráfico 20 - Distribuição volumétrica obtida na máquina Erkoform3d-motion para a placa termomoldável Playsafe Heavy-Pro de 6,8mm



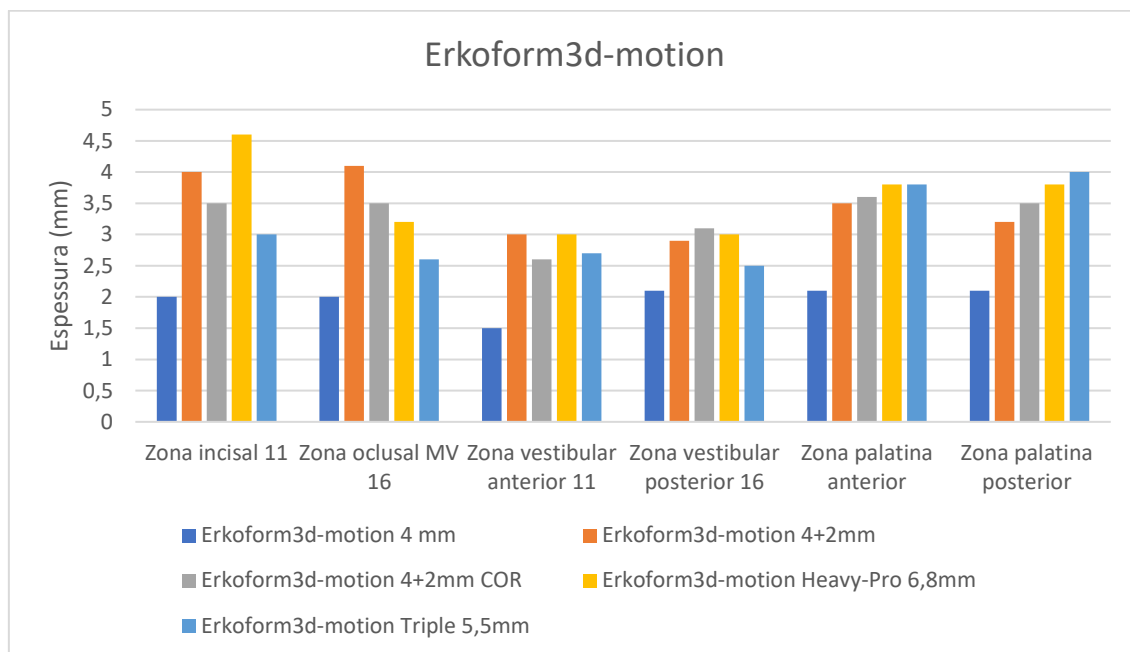
Da na análise do gráfico 20, que diz respeito à distribuição volumétrica de um protetor bucal obtido na máquina Erkoform3d-motion através de placas EVA numa espessura total de 6,8 mm, podemos concluir que a zona incisal foi a zona com menor perda de espessura, 2,2 mm (32,35%), por outro lado, as zonas vestibular, anterior e posterior, apresentaram ambas a maior redução de espessura, 3,8 mm (55,88%). As zonas palatinas apresentaram ambas a mesma redução de espessura, 3 mm (44,12%). A zona oclusal posterior reduziu a sua espessura em 3,6 mm.

Gráfico 21 - Distribuição volumétrica obtida na máquina Erkoform3d-motion para a placa termomoldável Playsafe Triple de 5,5mm



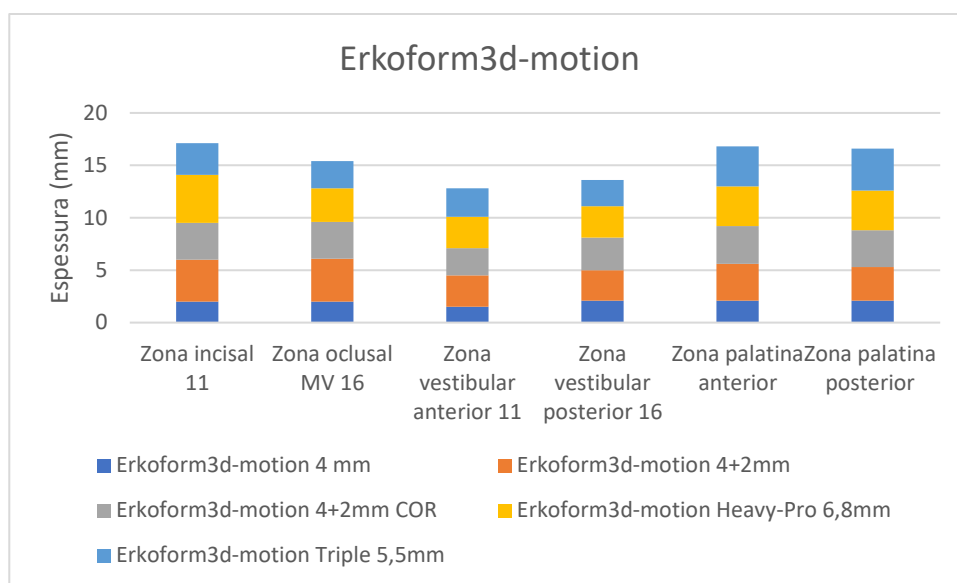
Atentando agora no gráfico 21, que representa a distribuição volumétrica do protetor Playsafe Triple realizado na máquina de termoformação a vácuo é facilmente perceptível que existe uma grande redução da espessura dos vários pontos em estudo, com exceção das zonas palatinas, anterior e posterior.

Gráfico 22 - Distribuição volumétrica obtida nos protetores bucais confeccionados na máquina de termoformação a vácuo Erkoform3d-motion.



Da análise do gráfico 22, que representa a distribuição volumétrica de todos os protetores confeccionados na máquina de termoformação a vácuo Erkoform3d-motion, retém-se que as zonas em que há maior diminuição da espessura é nas zonas vestibulares, anterior e posterior. O mesmo se pode verificar no gráfico 23.

Gráfico 23 - Gráfico de colunas empilhadas da espessura nos diferentes pontos dos protetores termoformados na máquina de termoformação a vácuo Erkoform3d-motion.



Discussão

O desenvolvimento deste trabalho teve como base uma análise de 3 tipos diferentes de máquinas de termoformação e as possíveis alterações que pudessem advir na confecção dos protetores bucais. Atualmente, é mais do que notório o aumento da procura e interesse de protetores bucais por parte dos atletas de diferentes modalidades desportivas. O aumento da informação e do conhecimento que tem sido veiculado a atletas de vários desportos, tais como, andebol, basquetebol, hóquei patins, rugby, boxe, artes marciais mistas (AMM), jiu-jitsu, kickboxing, entre outras, fazem com que o médico dentista deva estar melhor preparado para poder idealizar e confeccionar o protetor bucal mais adequado ao atleta em questão.

O hábito que o atleta tinha em se deslocar a uma loja desportiva para adquirir o seu protetor bucal poderá vir a diminuir, uma vez que estes não conferem o grau de proteção desejável e ideal (20). Por esse facto, é frequente surgirem atletas que através da informação obtida pelo seu treinador, colegas de equipa ou pela equipa médica do clube em questão, já possuem um protetor bucal individualizado. Mas será que este protetor bucal individualizado cumpre os requisitos necessários para conferir a proteção desejada e permitir uma boa estabilidade oclusal oferecendo um maior conforto possível durante a prática desportiva? Na confecção deste protetor bucal individualizado, será que houve uma atenção especial pelo médico dentista em saber qual a máquina de termoformação utilizada? Ou então, será que a indicação transmitida à equipa de trabalho do médico dentista que confeccionou o protetor bucal, foi limitada apenas quanto ao grau de espessura desejada no protetor bucal?

Perante estas questões será pertinente quantificar o resultado da confecção do protetor bucal em distintas máquinas de termoformação. Da mesma forma será também interessante poder visualizar e mesurar o efeito que estas mesmas máquinas termoformação tiveram sobre placas com a mesma espessura. Isto é, sabendo que a avaliação do protetor bucal irá incidir sobretudo sobre o grau de proteção que este confere ao atleta, bem como o conforto que lhe proporciona durante a prática desportiva, há certamente zonas determinantes para avaliar aquando da realização do protetor bucal. Estas áreas de interesse, baseiam-se sobretudo no que a literatura nos evidencia sobre a área mais atingida perante o traumatismo orofacial, que é precisamente a zona dos incisivos centrais superiores (20)(21). Por este fator interessa-nos perceber se a qualidade da máquina de termoformação nos permite a possibilidade de utilizar duas placas termomoldáveis, como por exemplo, 4 mm e 2 mm de espessura, e ainda assim obter uma

espessura que não seja excessiva. Poderemos nós conseguir com o modelo de uma máquina de termoformação mais recente obter uma espessura final do protetor bucal idêntica à espessura final doutro protetor bucal quando utilizamos uma placa termomoldável de 4mm num modelo de máquina de termoformação mais antiga.

Neste estudo foram avaliadas duas máquinas de termoformação a vácuo com características muito distintas: uma máquina de formação a vácuo mais antiga, mais simples e económica, como é a máquina Pro-form, e uma máquina mais recente e com processos automatizados, a Erkoform3d-motion. Da comparação direta usando a tabela 1 e os gráficos 1 e 8, entre os protetores bucais confeccionados com placas de espessura igual nestas máquinas, verifica-se que após a termoformação a espessura será maior para a máquina Pro-form, independentemente do número de camadas do protetor bucal. Diminuição de espessura média de 37,08% para a máquina Pro-form em relação aos 48,96% da Erkoform3d-motion. Pro-form com espessura média de 2,53 mm, contra 1,97 mm na Erkoform3d-motion para uma placa de 4 mm, e uma espessura média 3,75 mm, contra 3,45 mm e 3,3 mm para protetores bilaminados com placas de 4mm + 2 mm.

No caso de compararmos um protetor bucal bilaminado, com o confeccionado com placas de 4 mm + 2 mm na máquina Erkoform3d-motion, com o protetor de uma camada de 4 mm confeccionado na máquina Pro-form, o confeccionado na Pro-form apresenta espessura média menor, 2,53 mm, comparativamente ao 3,45 mm e 3,3mm verificados na máquina Erkoform. Devido ao facto de ser bilaminado, o protetor bucal realizado na Erkoform apresenta maior proteção contra o traumatismo para o atleta, mas a maior espessura poderá ser causa de desconforto ou motivo para o atleta não usar o aparelho. Apesar das diferenças encontradas na espessura de um protetor bucal confeccionado numa e noutra máquina, estas foram resultado de uma comparação direta e indicam a necessidade de estudos significativos que comprovem estas afirmações.

Neste estudo também foi utilizada uma máquina de termoformação por pressão, a Ministar S da Scheu®, e fazendo uma análise comparativa com as máquinas de termoformação a vácuo através dos gráficos 1 e 8, e tabela 1, esta apresentou espessuras semelhantes à máquina Erkoform3d-motion para os protetores de uma camada de 4 mm e espessuras ligeiramente inferiores à máquina Pro-form. Para a Ministar S a espessura média foi de 2,02 mm, e na Erkoform3d-motion 1,97 mm, enquanto que na Pro-form a espessura média foi 2,53 mm. Para as placas bilaminadas, a Ministar S apresentou uma espessura média de 3,1 mm, enquanto que a Erkoform3d-motion 3,45 mm e 3,3 mm para

a placa colorida. Aparentemente a técnica de termoformação da máquina ser a pressão ou a vácuo não apresenta alterações na espessura média dos protetores finais bucais, mas são necessários mais estudos, uma vez que esta apenas é uma comparação direta entre um exemplar de protetor bucal de cada máquina.

No que diz respeito à espessura nos diferentes pontos em estudo, e por sinal indicativo da adaptação e uniformidade do protetor bucal, na literatura existem indícios não comprovados de forma significativa (1) que as máquinas de termoformação por pressão dão origem a protetores bucais com menos diferenças de espessura em diferentes pontos do mesmo protetor. Analisando a tabela 1, mais concretamente os valores mínimos e máximos de espessura, verificou-se que para a placa de 4 mm, havia uma variação de espessura de 0,6 mm no mesmo protetor bucal, enquanto que no confeccionado pela Erkoform3d-motion a variação foi de 1 mm. Para as placas bilaminadas, no caso da Ministar S a variação foi de 1 mm, enquanto que na Erkoform3d-motion, 1,3 mm e 1 mm para a placa colorida. Os resultados obtidos parecem ir de encontro ao existente na literatura.

Conclusão

Existem no mercado variadíssimas máquinas termoformadoras com diversos sistemas de termoformação. Os diferentes sistemas a partir das mesmas placas podem originar protetores bucais com espessuras diferentes. Cabe ao médico dentista ter a capacidade de perceber essas alterações de espessura associadas à máquina utilizadas por si e pela sua equipa, fazendo assim uma melhor escolha da placa a utilizar para fornecer ao atleta que o procurar o máximo de proteção possível com conforto e capacidade de comunicação.

A média da diminuição da espessura foi 37,08% para a unidade Pro-form, 48,96% para a unidade Ministar S e 45,90% para a unidade Erkoform3d-motion.

A máquina Pro-form da Keystone Industries®, sendo uma máquina antiga, os protetores confeccionados na mesma apresentam espessuras maiores do que o mesmo numa máquina mais recente. Ainda assim são necessários mais estudos que comprovem de forma estatisticamente significativa estes dados.

A máquina de termoformação por pressão Ministar S, parece indicar que a confeção de protetores bucais com máquinas de termoformação por pressão apresentam-se mais uniformes na sua espessura, no entanto, também são necessários mais estudos que o comprovem.

Referências

1. Farrington T, Coward T, Onambele-Pearson G, Taylor RL, Earl P, Winwood K. An investigation into the relationship between thickness variations and manufacturing techniques of mouthguards. *Dent Traumatol*. 2016 Feb;32(1):14–21.
2. ADA Council on Access, Prevention and Interprofessional Relations, ADA Council on Scientific Affairs. Using mouthguards to reduce the incidence and severity of sports-related oral injuries. *J Am Dent Assoc*. 2006 Dec;137(12):1712–20; quiz 1731.
3. Cohenca N, Roges RA, Roges R. The incidence and severity of dental trauma in intercollegiate athletes. *J Am Dent Assoc* [Internet]. 2007 Aug 1 [cited 2018 Jul 5];138(8):1121–6. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0002817714631718>
4. Patrick DG, van Noort R, Found MS. The influence of heat treatment on the impact performance of sports mouthguard materials. *Compos Part A Appl Sci Manuf*. 2006 Sep;37(9):1423–7.
5. Geary JL, Kinirons MJ. Post thermoforming dimensional changes of ethylene vinyl acetate used in custom-made mouthguards for trauma prevention--a pilot study. *Dent Traumatol*. 2008 Jun;24(3):350–5.
6. Takahashi M, Koide K, Mizuhashi F. Difference in the thickness of mouthguards fabricated from ethylene-vinyl acetate co-polymer sheets with differently arranged v-shaped grooves. *J Prosthodont Res* [Internet]. 2013 Jul [cited 2018 Jul 5];57(3):169–78. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23623048>
7. Del Rossi G, Leyte-Vidal MA. Fabricating a better mouthguard. Part I: factors influencing mouthguard thinning. *Dent Traumatol*. 2007 Jun;23(3):149–54.
8. Westerman B, Stringfellow PM, Eccleston JA, Harbrow DJ. Effect of ethylene vinyl acetate (EVA) closed cell foam on transmitted forces in mouthguard material. *Br J Sports Med* [Internet]. 2002 Jun [cited 2018 Jul 5];36(3):205–8.

9. Takeda T, Ishigami K, Handa J, Naitoh K, Kurokawa K, Shibusawa M, et al. Does hard insertion and space improve shock absorption ability of mouthguard? *Dent Traumatol* [Internet]. 2006 Apr [cited 2018 Jul 5];22(2):77–82. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1600-9657.2006.00361.x>
10. Westerman B, Stringfellow PM, Eccleston JA. EVA mouthguards: how thick should they be? *Dent Traumatol*. 2002 Feb;18(1):24–7.
11. Tran D, Cooke MS, Newsome PR. Laboratory evaluation of mouthguard material. *Dent Traumatol*. 2001 Dec;17(6):260–5.
12. Wicks RA, Coco S, Ahuja S. A mouthguard fabrication technique for contemporary sports dentistry. *J Tenn Dent Assoc*. 2009;89(4):32-3; quiz 34-5.
13. Yamada J, Maeda Y. Thermoforming process for fabricating oral appliances: influence of heating and pressure application timing on formability. *J Prosthodont*. 2007 Nov;16(6):452–6.
14. Maeda Y, Kumamoto D, Yagi K, Ikebe K. Effectiveness and fabrication of mouthguards. *Dent Traumatol*. 2009 Dec;25(6):556–64.
15. Farrington T, Coward T, Onambele-Pearson G, Taylor RL, Earl P, Winwood K. The effect of model inclination during fabrication on mouthguard calliper-measured and CT scan-assessed thickness. *Dent Traumatol*. 2016;32(3):192–200.
16. Westerman B, Stringfellow PM, Eccleston JA. Forces transmitted through EVA mouthguard materials of different types and thickness. *Aust Dent J*. 1995 Dec;40(6):389–91.
17. Single Chambered Vacuum Former | Keystone Industries.
18. MINISTAR S® MINISTAR S® - Scheu Dental - Product area.
19. Erkodent_product.
20. Caniço SC, Miguel M, Clemente P. Confeção de diferentes protetores bucais para atletas profissionais de Andebol e respetiva avaliação. 2016;
21. Bergman L, Milardović Ortolan S, Žarković D, Viskić J, Jokić D, Mehulić K. Prevalence of dental trauma and use of mouthguards in professional handball

players. Dent Traumatol [Internet]. 2017 Jun [cited 2018 Jul 5];33(3):199–204.
Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28160512>

Anexos



PARECER

(Entrega do trabalho final de Monografia)

Informo que o Trabalho de Monografia desenvolvido pelo estudante Fábio Daniel Correia Rodrigues com o título: "Avaliação da espessura de protetores bucais confeccionados em diferentes máquinas de termoformação", está de acordo com as regras estipuladas da Faculdade de Medicina Dentária de Universidade do Porto, foi por mim conferido e encontra-se em condições de ser apresentado em provas públicas.

O Orientador,

Porto, 6 de Julho de 2018



FACULDADE DE
MEDICINA DENTÁRIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

DECLARAÇÃO

Monografia de Investigação/Relatório de Atividade Clínica

Declaro que o presente trabalho, no âmbito da Monografia de Investigação/Relatório de Atividade Clínica, integrado no MIMD, da FMDUP, é da minha autoria e todas as fontes foram devidamente referenciadas.

O investigador,

Felix Daniel Pereira Rodrigues

Porto, 6 de agosto de 2018